



PROF. DR. JÓZEF NUSBAUM-HILAROWICZ

ZOOLOGIA

DLA KLAS WYŻSZYCH SZKÓŁ ŚREDNICH

WYDANIE TRZECIE

PRZEJRZANE PRZEZ

DRA BENEDYKTA FULIŃSKIEGO

Z 228 RYCINAMI W TEKSCIE I 3 TABLICAMI BARWNEMI

Cena egzemplarza oprawnego [redacted]

NAKŁADEM K. S. JAKUBOWSKIEGO
WE LWOWIE 1917

CZCIONKAMI JAKUBOWSKIEGO I SP. WE LWOWIE.

SPIS RZECZY.

I. Komórka organiczna i tkanki.

II. Budowa i czynności ciała ludzkiego.

III. Przegląd świata zwierzęcego.

TABLICE BARWNE.

I.

KOMÓRKA ORGANICZNA I TKANKI.

A) Komórka, jej budowa i życie.

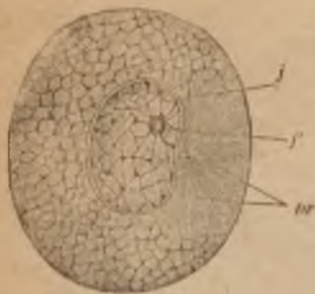
Każda część ciała ustroju zwierzęcego (n. p. skóra, kość, mięsień, mózg, ścianka żołądka lub jelita), jako też ustroju roślinnego (n. p. liść, łodyga, bulwa, owoc), składa się z bardzo drobnych ciałek, widzialnych tylko przez mikroskop, a zwanych komórkami (*cellulae,* ryc. 1.). Zostały one odkryte na początku XIX. w. przez M. Schleidena u roślin, a przez T. Schwanna u zwierząt. Wszystkie czynności życiowe, jak ruch, trawienie, oddychanie, czucie, zawisły od różnych przejawów zachodzących w rozmaitych komórkach organizmu.

Najważniejszymi składnikami komórki są: 1. zaródź, zwana inaczej pierwoszczem albo protoplazmą, istota napół płynna, przeźroczysta, zawierająca jednak także części włókniste i ziarniste, bardziej stałe; 2. jądro (*nucleus*), ciałko kuliste lub owalne, zwykle otoczone błonką. Jądro składa się z części włóknistych, które tworzą rodzaj siatki albo splotu, oraz z części bardziej płynnej, soku jądrowego. Niektóre części włókniste jądra barwią się silnie w komórkach martwych różnymi barwikami, n. p. karminem, hematoksyliną, dlatego nazwano te części z greckiego chromatyną. Wewnątrz jądra znajduje się jeszcze jedno lub kilka ciałek kulistych, znacznie od niego mniejszych, zwanych jąderkami (*nucleoli*). W zarodzi spotyka się bardzo często obok jądra drobniutkie, ziarniste ciałko, zwane ciałkiem środkowem albo śródciałkiem (*centrosoma*), wokoło którego układają się włókienka zarodzi promienisto. Protoplazmę otacza błona komórkowa (*membrana cellulae*), która nie jest już tak ważnym składnikiem komórki, a niekiedy brak jej nawet zupełnie.

Pod względem chemicznym zaródź oraz jądro składają się z mieszaniny różnych ciał białkowatych, złożonych z tlenu, węgla, azotu, wodoru i siarki, a często także i fosforu.

Wielkość komórek wyraża się w mikronach (μ), t. j. w tysiącznych częściach milimetra. Niektóre komórki mają zaledwie 6—7 μ średnicy, inne są większe, a jaja różnych zwierząt, n. p. skrzek żabi, ikra rybia, kula żółtkowa jaja ptasiego, będące również tylko pojedynczemi komórkami, mają, jak wiadomo, znaczne wymiary. Kształt komórek bywa też bardzo rozmaity: komórki są: pełzakowate, gdy postać ich jest zmienna i zaródź tworzy nieregularne wypustki, które się kurczą lub wydłużają, walcowate, sześcienne, spłaszczone, kuliste lub jajowate, tarczkowate, wrzecionowate lub silnie wydłużone w postaci włókien, gwiaździste, rozgałęzione, orzęsione czyli opatrzone rzęsami, włoskowatymi wyrostkami zarodzi.

Komórka pobiera pokarm czyli odżywia się. Jeżeli opatrzona jest błoną, wówczas przez tę błonę przesiąkają do protoplazmy ciekłe substancye odżywcze na mocy prawa przesiąkania czyli osmozy. Gdy komórka jest naga, wówczas pochłania ona stałe cząstki pokarmowe zapomocą wypustek zarodzi (*pseudopodia*), któremi otacza te cząstki, oblewa ze wszech stron i wprowadza do swego wnętrza; w zarodzi cząstki te otaczają się zwykle wodnistym płynem i ulegają strawieniu, częściowemu wessaniu. Resztki niestrawione wydalane są przez skurcz zarodzi z ciała komórki na zewnątrz.





Ryc. 1. **Komórki zwierzęce.** U góry komórka kulista, w której widać jądro *(j)*, zawierające wewnątrz jąderko *(j')* oraz nitki chromatyny, obok jądra centrozom (czarny punkt), a dokoła tegoż promienie plazmy *(pr)*. W szeregu środkowym komórki pełzakowate; w szeregu dolnym — z lewej strony komórka rzęskowa, pośrodku komórka opatrzona u góry kołnierzem i wicią, z prawej strony komórka kubeczkowa, wydzielająca śluz przez otworek u góry (jądro przesunęło się ku podstawie). (Powiększenie mikroskopowe.)

W żywej komórce odbywa się bezustannie przemiana materyi, to znaczy, pewne związki chemiczne, wchodzące w skład ciała komórkowego, ulegają rozkładowi na związki prostsze, wydalane na zewnątrz, a natomiast tworzą się nowe połączenia kosztem pobieranych pokarmów. Ciekłe substancye, które mają być z komórki wydzielone, zbierają się niekiedy przedtem w pewnem określonem miejscu zarodzi, tworząc wodniczek tętniący. Znajduje się on blizko powierzchni komórki; przez silny skurcz otaczającej go protoplazmy wydala swą zawartość na zewnątrz i znika, poczem w tem miejscu powoli powstaje nowy wodniczek. Można to widzieć u wielu ustrojów jednokomórkowych, n. p. u wymoczków albo u pełzaka (*Amoeba*).

Protoplazma odznacza się kurczliwością, dzięki której może wykonywać pewne ruchy. N. p. we krwi ludzkiej znajdują się bezbarwne ciałka krwi, czyli leukocyty, postaci pełzakowatej, opatrzone wypustkami, zapomocą których komórka pełza po podłożu, jakby przelewając się powoli z miejsca na miejsce. Niekiedy znów komórka posiada włoskowate, sztywne wyrostki zarodzi ze wszystkich stron, albo tylko z je-

dnej strony — rzęsy (*cilia*), które wykonują rytmiczne ruchy, podobne do falistego ruchu kłosów. Bywa też, że opatrzona jest jednym lub kilkoma wyrostkami nitkowatymi — wiciami (*flagella*), poruszającemi się wężykowato.

Protoplazma odznacza się wrażliwością, zwłaszcza w pewnych komórkach. Organizmy jednokomórkowe, podrażnione przez bodziec mechaniczny (ukłucie, ucisk), świetlny, cieplny, elektryczny, chemiczny (rozmaite słabe kwasy lub zasady), reagują na te podniety, kurcząc wypustki ciała, przyśpieszając lub zwalniając ruch rzęs albo wici, a niekiedy posuwając się jużto w kierunku działania owych podniet, jużto w kierunku wprost przeciwnym. Pewne n. p. ustroje jednokomórkowe, oświetlone jednostronnie, posuwają się w kierunku działania promieni świetlnych, inne zaś uciekają wówczas od źródła światła. Te i podobne zjawiska dowodzą wrażliwości zarodzi komórkowej na różnego rodzaju podniety świata zewnętrznego. Szczególną wrażliwością odznaczają się niektóre komórki narządów zmysłowych u ustrojów wielokomórkowych oraz ich komórki nerwowe.

Wreszcie komórki mają zdolność rozmnażania się czyli wytwarzania komórek potomnych, przyczem komórka macierzysta zwykle dzieli się cała na dwie albo więcej komórek. Rozmnażanie to ma nazwę podziału, a odbywa się w sposób dwojaki. Rzadko zdarza się podział bezpośredni (amitotyczny, ryc. 2.), polegający na tem, że jądro się wydłuża, przewęża pośrodku, przybierając postać jakby biszkoktu, i przez dalsze przewężanie rozpada się na dwie połowy, poczem zaródź poczyna się również przewężać pośrodku i powoli rozpada się na dwie części. Daleko częściej odbywa się podział pośredni (mitotyczny lub karyokinetyczny, ryc. 3.), polegający na szczególnych zmianach, jakie zachodzą w jądrze komórkowem, a mianowicie: bezpośrednio przed podziałem komórki jądro traci błonę zewnętrzną i jąderko, a sok jądrowy zlewa się z protoplazmą. Części zaś włókniste jądra, które nazwaliśmy chromatyną, tworzą pewną liczbę grubszych pętlicowatych nitek, zwanych chromozomami; liczba ta jest stała we wszystkich komórkach ciała danego zwierzęcia; występują one n. p. u różnych istot w liczbie 4, 16, 24, 32 i t. d. Początkowo chromozomy są splątane razem, tworząc rodzaj kłębka, później rozchodzą się i układają wszystkie w płaszczyźnie równikowej komórki. Ponieważ są kolankowato zgięte i zwrócone temi kolankowatemi zgięciami ku sobie, tworzą przeto wszystkie razem jakby gwiazdę. Tymczasem drobniutkie, ziarenkowate ciałko środkowe komórki podzieliło się na dwie połowy, które oddaliły się ku dwom przeciwległym biegunom. Pomiędzy niemi występuje wrzecionko, utworzone z pęczka bardzo delikatnych włókien protoplazmatycznych; nadto, dokoła każdej z dwu połów ciałka środkowego, występują również promienisto ułożone włókienka protoplazmy. Teraz każda z pętlic czyli chromozomów, leżących w płaszczyźnie równikowej komórki, dzieli się podłużnie na dwie nici, czyli na dwie pętlice, które odsuwają się od siebie, dążąc ku dwom przeciwległym biegunom komórki.


Ryc. 2. Podział bezpośredni komórki, mianowicie pełzaka (*Amoeba*). (Powiększenie mikroskopowe.)



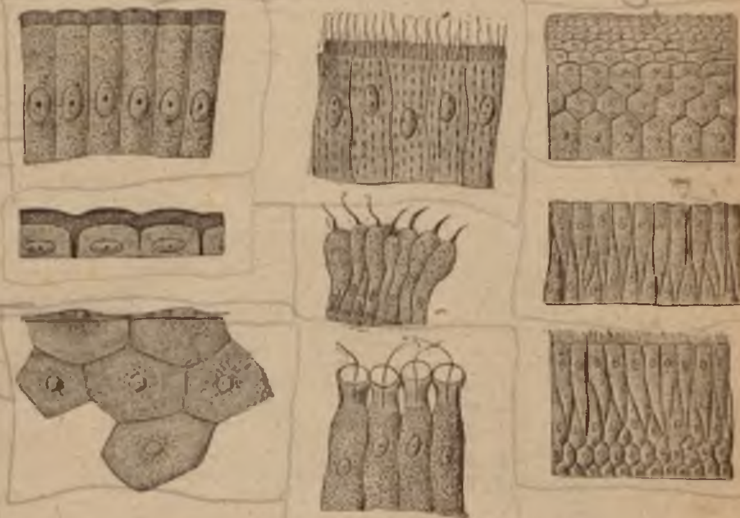
Ryc. 3. **Podział mitotyczny (karyokinetyczny) komórki.** *1* — komórka w stanie spoczynku; *2* — stadyum komórki, w którem ciałko środkowe podzieliło się na dwie połowy: *3* — oba ciałka środkowe czyli centrozomy odsuwają się ku przeciwległym biegunom, pętlice chromatyny tworzą kłębek; *4* — stadyum gwiazdy, pętlice spoczywają w płaszczyźnie równikowej komórki; *5* — stadyum, kiedy po rozszczepieniu się każdej z pętlic chromatyny na dwie potomne, te ostatnie zaczynają przesuwać się ku przeciwległym biegunom; *6* — stadyum gwiazdy podwójnej, na obwodzie plazma zaczyna przewężać się; *7* — nastąpił już podział komórki na dwie potomne. (Powiększenie mikroskopowe.)

W taki sposób jedna połowa pętlic przechodzi ku jednemu biegunowi, druga ku drugiemu, poczem protoplazma w płaszczyźnie równikowej przewęża się i rozpada na dwie części. W każdej z dwu komórek potomnych pętlice chromatyny znów się splatają w kłębek, jądro otacza się błoną, pojawia się w niem jąderko i tak powstają ostatecznie dwie młode komórki, podobne do macierzystej.

B) Tkanki zwierzęce.

Najprostsze ustroje składają się przez całe życie z jednej tylko komórki. Są to istoty jednokomórkowe czyli pierwotniaki (*Protozoa*). Natomiast ciało wyższych ustrojów zwierzęcych składa się z wielkiej liczby komórek, tysięcy, setek tysięcy i milionów. Otóż u takich ustrojów skupienia komórek o tej samej budowie tworzą tkanki, stąd nazywamy te organizmy tkankowcami (*Metazoa*).

I. Tkanki nabłonkowe czyli **nabłonki** (*epithelia,* ryc. 4). Komórki w tej tkance są dość ściśle ułożone jedna obok drugiej. Gdy tworzą jedną warstwę, mamy nabłonek jednowarstwowy; jeżeli jest więcej warstw, powstaje nabłonek wielowarstwowy. Nabłonek jednowarstwowy może być wałeczkowy czyli cylindryczny, jeżeli komórki jego są wysokie i mają kształt walców; kostkowy, jeżeli mają postać sześcianów; płaski czyli brukowy, jeżeli są mocno spłaszczone na podobieństwo tafelek posadzki. Gdy swobodna powierzchnia komórek nabłonka jedno- lub wielowarstwowego opatrzona jest rzęskami, wówczas nosi on nazwę rzęskowego lub migawkowego.



Ryc. 4. **Tkanka nabłonkowa**: w górnym szeregu widać nabłonek jednowarstwowy wałeczkowy, wałeczkowy orzęsiony, oraz wielowarstwowy; w środkowym szeregu: płaski jednowarstwowy, wałeczkowy, którego komórki opatrzone są wiciami, oraz dwuwarstwowy; w dolnym szeregu: płaski wielokątny z góry widziany, wałeczkowy kołnierzykowy, wielowarstwowy orzęsiony. (Powiększenie mikroskopowe.)

Komórki nabłonkowe mają zdolność wytwarzania rozmaitych twardych substancyi, a więc rogowiny czyli keratyny, z której składają się włosy, rogi, paznogcie, kopyta, dalej chityny, wchodzącej w skład pancerza raków lub twardej powłoki ciała chrząszczy i t. p. Nadto mają one własność wydzielania różnych płynnych substancyi, jak śluzu,

śliny, żółci. Takie komórki wydzielające noszą nazwę gruczołowych, a narząd, zawierający nabłonek gruczołowy, nazywa się gruczołem (*glandula*).

Niekiedy gruczoł składa się z jednej tylko komórki wydzielającej, która wygląda jak kubeczek; u spodu ma jądro, u góry jamę, w której zbiera się wydzielina, wyciekająca na zewnątrz przez otwór. Większość jednak gruczołów przedstawia utwory wielokomórkowe, mające postać prostych lub rozgałęzionych woreczków albo cewek, których światło ograniczone jest przez komórki wydzielające, n. p. gruczoły potowe, ślinowe. Wydzielina, wytwarzana w takim gruczole, wypływa z niego przez przewód gruczołowy.



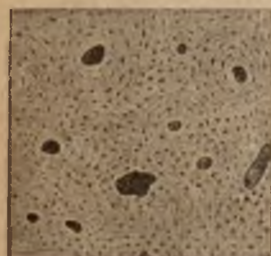


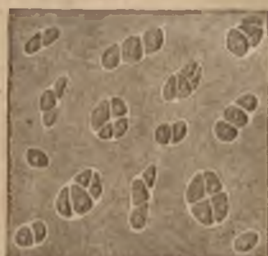
A B

Ryc. 5. **Tkanki łączne.** *A* — włóknista, wiotka; widać w niej komórki, a między niemi istotę międzykomórkową, w której przebiegają pęczki włókien klejorodnych oraz pojedyncze włókna sprężyste; *B* — galaretowata, w której komórki opatrzone włóknistymi wyrostkami pogrążone są w galaretowatej istocie międzykomórkowej. (Powiększenie mikroskopowe.)

Nabłonek występuje na powierzchni ciała, gdzie tworzy naskórek, wyściela wnętrze przewodu pokarmowego i jego gruczołów, wyściela wnętrze krtani, tchawicy, płuc i niektórych innych narządów.

II. Tkanki łączne (ryc. 5., 6.). Z nich są utworzone różne twarde części wewnątrz ciała, a więc kości, chrząstki, ścięgna, stanowiące jakby zrąb dla części miękkich. Oneto łączą z sobą inne tkanki bardziej miękkie i delikatne, stąd też ich nazwa. Tkanki łączne różnią się od nabłonków głównie przez to, że tutaj komórki nie przylegają do siebie, albowiem pomiędzy niemi znajduje się istota międzykomórkowa, która je odgranicza i najczęściej zawiera różne włókniste utwory. Najbardziej rozpowszechniona w ciele jest tkanka łączna włóknista, która obok pewnych innych tkanek wchodzi w skład wszystkich bez wyjątku narządów. W skórze tworzy ona grubą i mocną warstwę pod naskórkiem, tak zwaną skórę właściwą albo podskórnię (*cutis*). Podskórnia zwierzęca daje po wygarbowaniu skórę. W tkance łącznej włóknistej znajdują się zwykle komórki wydłużone, a pomiędzy niemi w istocie czyli substancyi międzykomórkowej występują faliste pęczki włókien klejorodnych, dających po wygotowaniu klej, oraz pojedyncze włókna sprężyste. W skórze właściwej te pęczki włókien są silnie z sobą splecione, co nadaje tej tkance twardość i tęgość; w wielu miejscach ciała włókna te są z sobą słabo splecione





A B

Ryc. 6. *A* — **Tkanka kostna**; większe plamy czarne są to w przecięciu poprzecznem kanaliki Haversa; mniejsze plamki to jamki kostne, zawierające komórki. *B* — **Tkanka chrząstkowa** w istocie międzykomórkowej widać pojedynczo lub grupkami leżące komórki. (Powiększenie mikroskopowe.)

i w niewielkiej występują ilości, przez co tkanka włóknista nie jest wtedy spoista, lecz wiotka i rwie się łatwo. Gdy komórki wiotkiej tkanki łącznej zawierają wiele kulek tłuszczowych, mamy tkankę łączną tłuszczową; z niej n. p. składa się sadło podskórne. Gdy istota międzykomórkowa jest galaretowata, a w niej pogrążone komórki są opatrzone długimi, włóknistymi wyrostkami, mamy tkankę łączną galaretowatą; z niej n. p. utworzona jest masa galaretowata u meduz, wypełniająca przestrzeń między skórą a ścianą przewodu pokarmowego.

Szczególną odmianą tkanki łącznej włóknistej jest tkanka kostna, która odznacza się tem, że w jej istocie międzykomórkowej zawarte są sole wapienne, fosforan i węglan wapnia, nadające twardość tej tkance. Wśród owej twardej substancyi, zawierającej sole wapienne, znajdujemy często liczne, równolegle biegnące, połączone z sobą przewody (t. zw. przewody Haversa), w których krążą soki odżywcze. Włóknista, twarda istota międzykomórkowa tworzy dokoła tych przewodów systemy współśrodkowo obejmujących się blaszek, pomiędzy niemi zaś mieszczą się komórki (ciałka kostne) w szczególnych jamkach, z których wybiegają bardzo cieniutkie kanaliki. W tkance łącznej chrząstkowej, wchodzącej w skład chrząstek ciała, komórki są zwykle zaokrąglone, substancya międzykomórkowa jest podatniejsza aniżeli w tkance kostnej, często też zawiera włókna klejorodne lub sprężyste.

III. Tkanki mięśniowe (ryc. 7.) wchodzą w skład mięśni czyli muskułów ciała. Komórki ich są wydłużone, włókniste, a protoplazma odznacza się wielką kurczliwością, t. j. zdolnością skracania się i wydłużania. Odróżniamy dwa rodzaje tkanek mięśniowych: gładką i poprzecznie prążkowaną. Gładka wchodzi w skład ścianek trzew oraz naczyń krwionośnych, a włókna jej kurczą się bez udziału woli człowieka lub zwierzęcia. Włókna tkanki mięśniowej gładkiej są wydłużone, pośrodku grubsze, na końcach cieńsze, zaostrzone, a więc postaci wrzecionowatej, o jądrach wydłużonych. Włókna te leżą obok siebie tak, że pomiędzy zwężone końce jednych przenikają rozszerzone części środkowe drugich. W ten sposób tworzą się z nich całe błony mięśniowe, wchodzące, jak powiedziano wyżej, w skład ścian żołądka, jelit i innych trzew oraz naczyń krwionośnych. Tkanka mięśniowa poprzecznie prążkowana jest częścią składową mięśni, które podlegają działaniu woli i kurczą się pod jej wpływem; prócz tego wchodzi ona także w skład ściany serca. Tkanka ta jest złożona z włókien bez porównania dłuższych, mniej więcej jednakowej wszędzie średnicy. Każde z tych włókien wykazuje



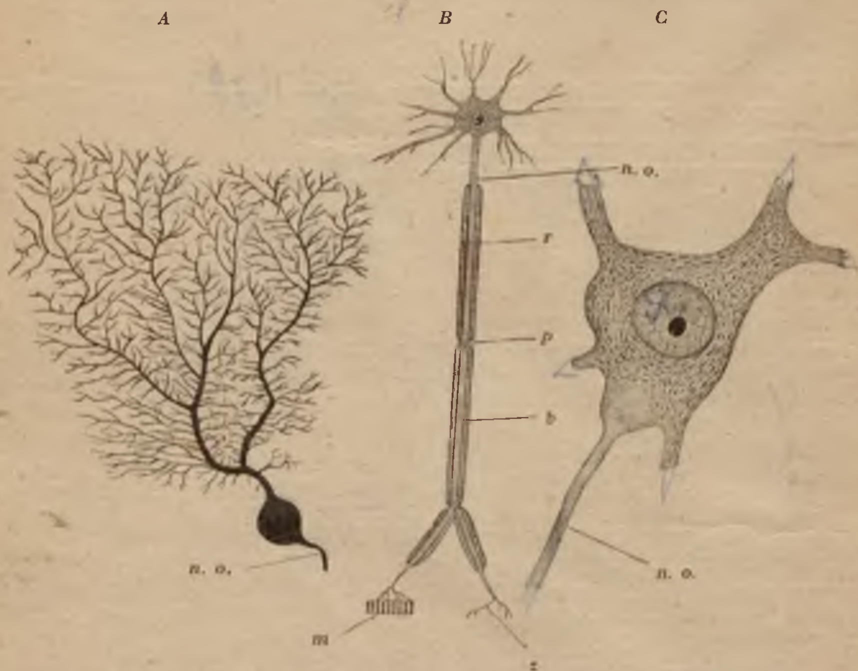




Ryc. 7. **Tkanka mięśniowa**, u góry pojedyncze włókna mięśniowe gładkie, pośrodku włókna mięśniowe gładkie połączone z sobą w tkankę; u dołu włókno mięśniowe poprzecznie prążkowane, rozszczepiające się u góry na włókienka (*fibrillae*). (Powiększenie mikroskopowe.)

poprzeczne prążki na przemian gęściejsze i rzadsze, a przeto ciemniejsze i jaśniejsze z powodu różnej łamliwości światła. Nadto włókno mięśniowe składa się z wielu niezmiernie delikatnych **włókienek** (*fibrillae*), które biegną podłużnie obok siebie. Włókno otoczone jest z zewnątrz cieniutką, jednorodną błonką, zwaną **owłóknią mięsną** (*sarcolemma*), pod którą znajdują się liczne jądra komórkowe.

Z połączenia wielu włókien, spojonych z sobą zapomocą włóknistej tkanki łącznej, tworzą się **mięśnie**; im więcej włókien mięśniowych zawiera mięsień, tem jest grubszy i silniejszy, albowiem skurcz mięśnia zawisł od skurczu wszystkich włókien, w skład jego wchodzących. Przez



Ryc. 8. **Składniki tkanki nerwowej.** *A* — komórka nerwowa z móżdżku ssaków, zwana komórką Parkiniego; u nasady wybiega nitka osiowa (włókno nerwowe — *n. o.*), u góry drzewiaste rozgałęzienia (dendryty); *B* — schemat komórki nerwowej wraz z wybiegającą z niej nitką osiową (włóknem nerwowem — *n. o.*), *r* — osłonka rdzeniowa, *b* — osłonka zewnętrzna, *p* — przerwa osłonki rdzeniowej, *z* — drzewkowate zakończenie nitki osiowej w narządzie zmysłowym, *m* — w mięśniu; *C* — komórka nerwowa wielobiegunowa. *n. o.* — nitka osiowa, z niej wybiegająca. (Powiększenie mikroskop.)

ćwiczenia fizyczne mięśnie grubieją, t. j. rozrastają się, ilość włókien mięśniowych w nich się powiększa.

IV. Tkanka nerwowa składa się z **komórek nerwowych** oraz wybiegających z nich wyrostków, zwanych **włóknami nerwowemi** albo **nitkami osiowemi**. Komórki nerwowe wraz z ich nitkami osiowemi noszą nazwę **neuronów**. Z komórki nerwowej wybiegają zwykle dwie nitki osiowe, niekiedy zaś wybiega tylko jedna. Nadto protoplazma komórki tworzy często wypustki rozgałęzione nakształt drzewka, zwane **dendrytami** (ryc. 8. *A*). Ośrodki nerwowe, t. j. mózg, rdzeń pacierzowy oraz t. zw. zwoje nerwowe (*ganglia*) czyli szczególne zgrubienia nerwowe, zawarte n. p. pośród trzew, są złożone z komórek i włókien nerwowych, natomiast nerwy, które w postaci jakby sznurków wybiegają

z ośrodków ku obwodowi, składają się tylko z pęczków włókien nerwowych, biorących początek od odpowiednich komórek ośrodkowych.

Komórki nerwowe bywają kuliste, owalne, piramidalne, rozgałęzione. Włókno nerwowe jest albo nagie, złożone z samej tylko nitki osiowej, albo też otoczone delikatną, jednorodną błonką, zwaną owłóknią nerwową (*neurilemma*) czyli błoną Schwanna, z leżącemi pod nią jądrami. Wreszcie włókno nerwowe może być otoczone nie tylko owłóknią, lecz także osłonką rdzeniową, która jest złożona z istoty jednorodnej, nieco płynnej, znajduje się pod owłóknią nerwową i jest zwykle w licznych miejscach przerwana (ryc. 8 *B*, *p*).

Podział nauk biologicznych.

Naukę o życiu, obejmującą botanikę i zoologię, nazywamy biologią. Biologię dzielimy na: 1. morfologię, 2. fizyologię i 3. systematykę.

Morfologia jest nauką o postaci i budowie organizmów; obejmuje ona anatomię czyli naukę o budowie ciała poszczególnych zwierząt lub człowieka (zootomia, antropotomia), embryologię czyli naukę o rozwoju zarodka, histologię czyli naukę o mikroskopowej budowie ciała, anatomię porównawczą, zajmującą się porównywaniem budowy różnych organizmów i ogólnemi zasadami tej budowy.

Fizyologia jest nauką o czynnościach czyli funkcyach ciała. Bada ona zjawiska trawienia, krążenia krwi, oddychania, wydzielania, bada czynności nerwów i t. d.

Systematyka zajmuje się podziałem czyli klasyfikacyą zwierząt i roślin na różne grupy, n. p. na typy, gromady, rzędy, rodziny, rodzaje i gatunki. Zależnie od przedmiotu — mamy systematykę zoologiczną i botaniczną.

II.

BUDOWA I CZYNNOŚCI CIAŁA LUDZKIEGO.

A) Postać ogólna ciała.

Ciało ludzkie, podobnie jak ciało wszystkich kręgowców, ma budowę dwubocznie umiarową, t. zn. można je podzielić jedną płaszczyzną na dwie symetryczne części, zachowujące się względem siebie mniej więcej tak, jak przedmiot i jego obraz w zwierciedle. Części nieparzyste, jak nos, usta, mostek, przypadają na płaszczyznę symetryi ciała, części zaś parzyste, jak oczy, uszy, ręce, nogi, znajdują się po prawej i lewej stronie tej płaszczyzny w jednakowej od niej odległości. Pewne narządy ciała nie są wprawdzie symetrycznie położone, n. p. serce przechylone jest na lewo, wątroba mieści się po stronie prawej, śledziona znów po lewej, ale ogólnie biorąc, symetryczna budowa większości narządów sprawia, że obydwie połowy ciała mają tę samą wagę, co jest niezmiernie ważnym warunkiem utrzymania równowagi ciała podczas ruchów.

W ciele ludzkiem odróżniamy następujące części główne: głowę ruchomo na szyi osadzoną, tułów oraz kończyny górne i dolne. W skład każdej z tych części ciała wchodzą rozmaite narządy, t. j. części przeznaczone do spełniania określonych czynności. Pewna zaś ilość narządów, spełniających czynności ściśle z sobą związane, ma nazwę układu narządów. Odróżniamy tedy układ kostny i mięśniowy, układ trawienia, oddychania, wydzielania i rozmnażania, układ krążenia, wreszcie układ nerwowy i narządów zmysłowych.

B) Układ kostny czyli szkielet.

W skład szkieletu (ryc. 9.) wchodzą liczne kości i chrząstki. Znaczenie ich jest następujące: Po pierwsze — stanowią one podporę czyli zrąb twardy dla miękkich części ciała. Powtóre — kości i chrząstki ochraniają liczne ważne narządy pod niemi leżące, jak n. p. ważny i wrażliwy na wszelkie uszkodzenia mózg, który też osłonięty jest ze wszystkich stron twardą czaszką; serce i płuca są otoczone żebrami, mostkiem i kręgosłupem. Po trzecie — kości są biernymi narządami ruchu, albowiem są miejscem przyczepu mięśni, które, kurcząc się, wprawiają w ruch różne części szkieletu i odpowiednie członki ciała.

Chrząstki, jako pozbawione części mineralnych, są miękkie; kości natomiast są twarde, zawierają bowiem, jak powiedziano wyżej, oprócz części miękkich, organicznych, twarde sole mineralne, głównie węglan i fosforan wapnia. Jeżeli kość poddamy działaniu jakiegoś kwasu rozpuszczającego części wapienne, n. p. słabego kwasu solnego, to wszystkie

mineralne składniki jej rozpuszczą się, a części organiczne pozostaną nietknięte. Wyjęta z kwasu kość zatrzyma pierwotny swój kształt, lecz będzie miękka, jak chrząstka, i da się krajać nożem. Naodwrót, gdy będziemy trzymali kość w ogniu, części organiczne spalą się, a pozostaną same części mineralne; taka przepalona kość będzie bardzo krucha i łamliwa. Większa część szkieletu składa się u zarodka z chrząstek, które tylko stopniowo twardnieją i przekształcają się w kości. U dzieci bardzo źle odżywianych i chorowitych zdarza się często, że części wapienne rozwijają się niedostatecznie w szkielecie. Dzieci takie chodzą bardzo niezręcznie, kości ich nóg wyginają się łukowato, co stanowi jeden z objawów t. zw. angielskiej choroby albo krzywicy. Kości osób starszych zawierają stosunkowo mniej części organicznych, a więcej wapiennych, niż kości młodych, przeto są one bardziej kruche i łamliwe; u starszych zdarzają się więc częstsze złamania kości, przyczem zrost odbywa się tutaj bez porównania trudniej, niż u osób młodszych.


Ryc. 9. Szkielet ludzki.

Kości są pokryte miękką błoną, zwaną okostną (*periosteum*); od jej obecności zależy grubienie kości podczas wzrostu ustroju; nadto okostna zawiera liczne naczyńka krwionośne, przenikające z niej do wnętrza kości i dostarczające tej ostatniej części pożywnych. Kości bywają różnych kształtów; są krótkie (n. p. kręgi), długie (n. p. w kończynach), płaskie (w czaszce). Kość składa się z części zewnętrznej, twardej, spoistej (*substantia compacta*) i wewnętrznej, zawierającej liczne szczeliny, gąbczastej (*substantia spongiosa*), złożonej jakby z beleczek, które przebiegają w rozmaitych kierunkach i są ze sobą połączone. W kościach długich szczeliny części gąbczastej przechodzą w ogólną wewnętrzną jamę szpikową, zawierającą różowawy, obfitujący w tłuszcz szpik kostny. Obecność jamy wewnętrznej w długich kościach ma doniosłe znaczenie życiowe, kość bowiem jest przez to lżejsza, a jednocześnie bardziej sprężysta i trudniej ulega złamaniu; wszak wiemy, że łatwiej jest złamać pręt metalowy, aniżeli rurkę tej samej grubości. Nadto układ wspomnianych wyżej beleczek istoty gąbczastej zasługuje na szczególną uwagę; beleczki te przebiegają w określonym kierunku i krzyżują się pod pewnymi kątami, a układem tym przypominają określony układ belek i wiązań w mostach wiszących. Przekonano się, że jak w ostatnich układ i kierunek wiązań jest tego rodzaju, że przy najmniejszej wadze mostu osiąga się największą jego wytrzymałość, tak też i w kościach beleczki owe przebiegają odpowiednio

do kierunku sił na kość działających tak, by przy najmniejszej ilości materyału kość była możliwie najwytrzymalsza.

Kości łączą się z sobą albo nieruchomo, albo w sposób ruchomy zapomocą stawów (*articulatio*, ryc. 10.). Nieruchome połączenie, istniejące n. p. pomiędzy kośćmi czaszki, polega najczęściej na tem, że brzegi połączonych kości mają liczne zazębienia, wchodzące jedne w drugie; jest to t. zw. szew prawdziwy (*sutura vera*). Niekiedy obydwa brzegi połączonych kości są gładkie (szew rzekomy — *sutura spuria*); czasami znajduje się pomiędzy niemi spajająca je istota kostna lub chrzęstna, albo też brzeg jednej kości łukowato zachodzi na drugą (szew łuskowaty — *sutura squamosa*). Przy ruchomem czyli swobodnem połączeniu kości powstaje, jak powiedziano, staw, który bywa rozmaicie urządzony, zależnie od czynności, jaką dana kość ma spełniać podczas ruchów ciała. Powierzchnie zwróconych ku sobie kości stawu powleka miękka, gładka chrząstka. Są one dokładnie przystosowane do siebie tak, że gdy n. p. jedna stanowi część powierzchni kuli, druga jest odpowiednio do tego zagłębiona (staw główkowy — *arthrodia*), albo gdy jedna stanowi część powierzchni walca, druga jest wgłębiona nakształt rowu (staw blokowy — *ginglymus*). Zależnie od kształtu tych zestawionych ze sobą powierzchni ruch kości w stawie bywa rozmaity. W stawie główkowym ruch jednej kości względem drugiej odbywa się w różnych kierunkach, n. p. przy swobodnem poruszaniu wyciągniętą ręką, której kość ramieniowa jest główkowato zestawiona z łopatką i obojczykiem w stawie barkowym. W stawie blokowym ruch kości może odbywać się tylko w jednej płaszczyźnie, co widzimy n. p. w stawie łokciowym lub kolanowym u człowieka. Bywają jeszcze różne inne sposoby wzajemnego zestawienia kości.



Ryc. 10. Schemat stawu.

Ruchomo zestawione kości łączą się z sobą zapomocą szczególnych włóknistych taśm, zwanych więzadłami (*ligamenta*). Otóż po większej części jedno z takich wiązadeł tworzy w stawie torebkę (*capsula*), obejmującą brzegi powierzchni obu zestawionych z sobą kości, a na wewnętrznej powierzchni tej torebki znajduje się błona maziowa, wydzielająca szczególną ciecz śluzową czyli maź (*synovia*). Maź ta zwilża zawsze powierzchnie stawowe kości, podobnie jak oliwa, którą smarujemy części maszyny; w ten sposób znacznie zmniejsza się wzajemne tarcie kości podczas ruchów; zmniejsza się ono także dzięki obecności wspomnianych wyżej gładkich powłok chrząstkowych na powierzchniach stawowych.

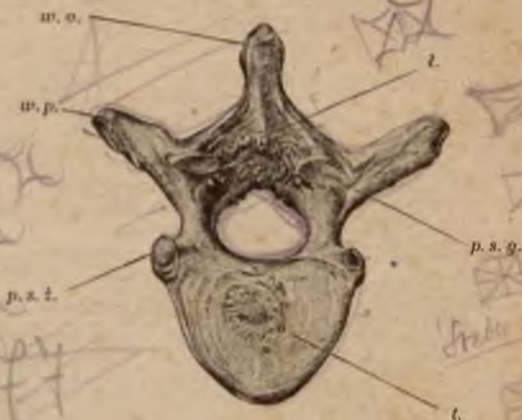
Kręgosłup (*columna vertebralis*) i **żebra** (*costae*). Osią niejako szkieletu jest kręgosłup (ryc. 11.), złożony z 33 kości pierścieniowatych, zwanych kręgami (*vertebrae*), które ułożone są jeden pod drugim i połączone z sobą zapomocą więzadeł. Na tej głównej osi kostnej osadzona jest u góry głowa; z osią tą wiążą się także żebra i kości kończyn.


Ryc. 11. Kręgosłup, z boku.

Każdy krąg (ryc. 12. i 13.) składa się z części zgrubiałej przedniej, zwanej trzonem (*corpus vertebrae*), i łukowatej części tylnej (*arcus vertebrae*), zakończonej wyrostkiem ościstym (*processus spinosus*);



Ryc. 12. **Dwa kręgi piersiowe, z boku.** *a* — trzony, *c* — łuki, *b* — wyrostki ościste, *α* — powierzchnie stawowe dla główek żebrowych, *d* — wyrostki ukośne (stawowe), *γ* — wyrostki poprzeczne, *δ* — powierzchnie stawowe wyrostków ukośnych, *k* — więzadło międzykręgowe.



Ryc. 13. **Krąg piersiowy ludzki,** z góry widziany. *ł.* — łuk, *p. s. g.* — powierzchnia stawowa wyrostka ukośnego górnego, *p. s. ż.* — powierzchnia stawowa żebrowa górna, *w. p.* — wyrostek poprzeczny, *w. o.* — wyrostek ościsty, *t.* — trzon

nadto z boków wybiega para wyrostków poprzecznych (*processus transversi*), z którymi w okolicy piersiowej ciała zestawiają się żebra; wreszcie u góry i dołu kręgu w sąsiedztwie wyrostków poprzecznych znajduje się para małych wyrostków ukośnych czyli stawowych, górnych i dolnych (*processus articulares superiores et inferiores*), które służą do wzajemnego zestawienia sąsiednich kręgów, a mianowicie górne zestawiają się z dolnymi poprzedzającego kręgu, a dolne z górnym następującego.

Pomiędzy trzonem a łukiem znajduje się obszerny otwór, a ponieważ kręgi są tak ułożone, że trzon spoczywa na trzonie, a łuk przypada nad łukiem, przeto w kręgosłupie powstaje długi przewód czyli kanał (*canalis vertebralis*), przez który przebiega rdzeń pacierzowy.

Kręgi są tak połączone więzadłami, że kręgosłup jest giętki.

Odróżniamy następujące okolice kręgosłupa: 1. Okolicę szyi, w skład której wchodzi 7 kręgów, a zauważyć przytem wypada, że wyjąwszy kilka gatunków leniwców, wszystkie ssaki, podobnie jak człowiek, posiadają po siedm kręgów, jedynie tylko długość tych kręgów u różnych ssaków bywa bardzo rozmaita. 2. Piersiową, złożoną z dwunastu kręgów, do których przytwierdzone są żebra. 3. Lędźwiową, w skład której wchodzi pięć kręgów. 4. Krzyżowa, złożona z pięciu kręgów zrosniętych z sobą w jedną całość, a tworzących t. zw. krzyż (*os sacrum*), który nadto łączy się nieruchomo z kośćmi biodrowemi miednicy. 5. Ogonowa, u człowieka złożoną z czterech drobnych, szczątkowych, zlanych z sobą kręgów, u większości zaś zwierząt kręgowych ze znacznej liczby swobodnie zestawionych z sobą kręgów, tworzących kostną oś ogona.

Na szczególną uwagę zasługują dwa pierwsze kręgi (ryc. 14. i 15.) szyjne. Pierwszy zowie się dźwigaczem (*atlas*), gdyż podtrzymuje czaszkę; jest to obrączka kostna, opatrzona u góry dwoma stawowemi za-

głębieniami, w które wchodzą dwa wydatne kłykcie (*condyli*) kości potylicznej czaszki; gdy poruszamy głową do góry i na dół, kłykcie ślizgają się w tych zagłębieniach stawowych. Drugi krąg szyjny zowie się zwrotnym (*epistropheus*); znajduje się na nim u góry silny zębaty wyrostek, objęty przez tylny łuk dźwigacza; gdy kręcimy głową na prawo lub lewo, czaszka porusza



Ryc. 14. **Pierwszy krąg szyjny czyli dźwigacz**, z góry widziany.



Ryc. 15. **Drugi krąg szyjny czyli zwrotny człowieka**, z góry widziany.

się razem z dźwigaczem w płaszczyźnie poziomej dokoła zębatego wyrostka na kręgu zwrotnym.

W okolicy piersiowej znajdują się w związku z kręgosłupem żebra (*costae*), kości wązkie i cienkie, zgięte nakształt półobręczy. U człowieka jest dwanaście par żeber. Każde z nich składa się z części tylnej kostnej i przedniej chrzęstnej; na tylnym końcu części kostnej żebra odróżniamy główkę (*capitulum*), zwężoną szyjkę (*collum*) oraz guzek (*tuberculum*). Główka zestawia się z trzonami sąsiednich kręgów, a guzek z wyrostkiem poprzecznym najbliższego kręgu. Górnych siedm par żebęr przytwierdza się swemi chrząstkami na przodzie do podłużnej płaskiej kości mostka (*sternum*); mają one nazwę żeber prawdziwych (*costae verae*). Pięć zaś dolnych par nie dochodzi do mostka; zwą się one żebrami rzekomemi (*costae spuriae*). Trzy pierwsze pary żeber rzekomych dochodzą na przodzie do żebra poprzedzającego (8-e do 7-go, 9-e do 8-go, 10-e do 9-go), a dwie ostatnie, bardzo krótkie, kończą się na przodzie wolno. Dzięki takiemu urządzeniu, oraz wskutek bardzo ruchomego zestawienia żeber z kręgosłupem, mogą się one wszystkie jednocześnie wraz z mostkiem podnosić lub opuszczać. Stąd też klatka piersiowa, ograniczona żebrami, mostkiem i piersiową częścią kręgosłupa, może powiększać lub zmniejszać swą objętość, to zaś ma niezmiernie ważne znaczenie przy oddychaniu. Każdy może zauważyć, że gdy wciąga powietrze do płuc, żebra wraz z mostkiem podnoszą się, a objętość klatki piersiowej wzrasta, gdy zaś wydycha powietrze, kości owe opadają, a objętość klatki maleje.



Ryc. 16. **Prawa łopatka**, od tyłu.

Kości kończyn. W skład szkieletu kończyn przednich czyli rąk wchodzą: pas barkowy ukryty w tułowiu, oraz kości kończyny wystającej z niego. Pas barkowy składa się z kości

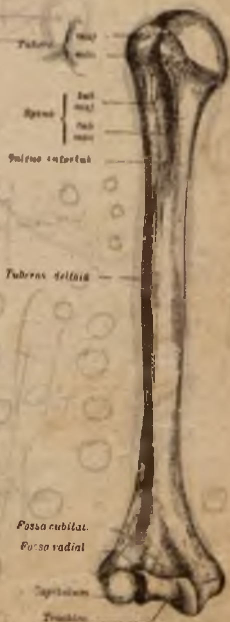
płaskiej, trójkątnej, leżącej po stronie grzbietowej klatki piersiowej — łopatki (*scapula*, ryc. 16.), która połączona jest z klatką tylko zapomocą mięśni i dlatego jest bardzo ruchoma, oraz z kostki wązkiej, wygiętej nakształt litery S, leżącej na przodzie pomiędzy łopatką a mostkiem — obojczyka (*clavicula*, ryc. 17.). Na łopatce, w górnym zewnętrznym jej kącie, znajduje się powierzchnia stawowa dla głowy kości ramieniowej; prócz tego z przodu blizko tego kąta łopatka posiada wyrostek, zwany z powodu kształtu wyrostkiem kruczodzióbym lub kruczym (*processus coracoideus*). Nadto na tylnej powierzchni łopatki biegnie ukośny grzebień (*spina*), kończący się w okolicy stawu barkowego wierzchołkiem (*acromion*). Wspomniana powierzchnia stawowa łopatki, wyrostek kruczy, wierzchołek oraz zewnętrzny koniec obojczyka ograniczają zagłębienie, w którem zestawiona jest z temi kośćmi głowa kości ramieniowej; jest to staw barkowy (ryc. 18.). Obojczyki, które biorą udział w utworzeniu tego stawu, służą do wzmocnienia go i dlatego znajdują się przeważnie u tych wszystkich ssaków, które używają kończyn przednich do różnych złożonych czynności, t. j. nie tylko do chodzenia, lecz także do chwytania (małpa), lotu (nietoperz), kopania (kret) i t. p. Natomiast u tych, których kończyny służą wyłącznie do chodu lub biegu, brak zwykle obojczyków, n. p. u konia.


Ryc. 17. Lewy obojczyk, od strony dolnej.


Ryc. 18. Przecięcie przez staw barkowy.

Kość ramieniowa (*humerus* ryc. 19.) jest długa, u góry opatrzona głową (*caput humeri*), u dołu dwiema powierzchniami stawowemi: blokiem (*trochlea*) i główką (*capitulum*), służącemi do połączenia z kością łokciową (*ulna*, ryc. 20.) oraz szprychową czyli promieniową (*radius*) w t. zw. stawie łokciowym. Szprycha i łokieć są to również kości długie. Umieściwszy ręce tak, jak gdybyśmy chcieli stanąć na czworakach, będziemy mieli łokieć od strony zewnętrznej, a szprychę od wewnętrznej. Część kończyny z tych dwu kości utworzoną zwiemy przedramieniem (*antibrachium*), w przeciwstawieniu do części górnej czyli ramienia (*brachium*). Kość łokciowa opatrzona jest u góry silnym wyrostkiem (*olecranon ulnae*), który przy prostowaniu kończyny wchodzi w zagłębienie na tylnej stronie dolnego końca kości ramieniowej i nie pozwala wygiąć się kończynie jeszcze dalej w stawie łokciowym. Z dolnym końcem szprychy zestawiony jest napięstek, a że koniec ten może zataczać półkole


Ryc. 20. Kości przedramienia, z przodu.



Ryc. 19. Prawa kość ramieniowa, z przodu.

dokoła dolnego końca łokcia, przeto cały napięstek wraz z dłonią i palcami może się wykręcać oraz zwracać ku przodowi to górną, to dolną stroną przy spuszczonej na dół kończynie.

Napięstek (*carpus*, ryc. 21.) składa się z ośmiu drobnych kostek, ułożonych w dwa szeregi; są one bardzo silnie i prawie nieruchomo z sobą połączone. Za niemi idzie pięć długich kostek dłoni czyli śródręcza (*metacarpus*), a wreszcie kostki palców (*digiti*), z których pierwszy, kciuk (*pollex*), składa się z dwu kostek (*phalanx*), cztery zaś inne mają po trzy kostki ruchomo z sobą zestawione. Ponieważ kostka dłoniowa, odpowiadająca kciukowi, jest bardzo swobodnie zestawiona z napięstkiem, przeto kciuk daje się przeciwstawić wszystkim innych palcom. Dzięki temu ręka nasza jest narządem chwytnym, t. zn., że zapomocą kciuka i pozostałych palców możemy chwytać wszelakie przedmioty. Te właściwości ręki naszej, a mianowicie, że jest chwytna, że dłoń cała może wykręcać się i że możemy bardzo znacznie zginać rękę w stawie łokciowym, uczyniły z niej iście cudowne narzędzie. Jej to — ręce — zawdzięczamy rozwój licznych sztuk pięknych: rzeźby, malarstwa, muzyki na instrumentach strunowych i t. p., do których złożone ruchy ręki są niezbędnie potrzebne.

Ryc. 21. **Szkielet napięstka, dłoni i palców ręki, od strony grzbietowej.**



Ryc. 22. **Kości miednicy, z zewnątrz widziane.**



Ryc. 23. **Prawa kość udowa, z przodu.**

Kości kończyn tylnych czyli nóg, zestawiają się z miednicą (*pelvis*, ryc. 22.). Składa się ona z trzech par kości: biodrowych w tyle (*ossa ilei*), zrośniętych z krzyżową częścią kręgosłupa, łonowych na przodzie (*ossa pubis*) i kulszowych czyli siedzeniowych od dołu (*ossa ischii*). Te trzy pary kości razem z kością krzyżową i ogonową tworzą jedną całość, jakby szeroki pierścień.

Z boku miednicy, w miejscu, gdzie schodzą się trzy kości (łonowa, biodrowa i kulszowa), znajduje się zagłębienie stawowe — panewka (*acetabulum*), w którą wchodzi głowa jedynej kości uda czyli kości udowej (*femur*, ryc. 23.). Jest to kość bardzo długa i mocna, opatrzona u góry głową (*caput*), silnie rozwiniętą szyjką (*collum*), a poza nią dwoma guzami — krętarzami (*trochanter major* i *tr. minor*); na dolnym końcu kości udowej znajduje się powierzchnia stawowa oraz dwa kłykcie boczne dla połączenia z golenią. Staw udowy jest główkowy, lecz ruchy kości są tu bardziej ograniczone, niż w stawie barkowym. Poniżej uda jest podudzie (ryc. 24.), w skład którego wchodzą dwie długie kości: przednia, bardziej ku stronie wewnętrznej, grubsza — goleń (*tibia*) i tylna, więcej zewnętrzna, cieńsza — piszczel albo strzałka (*fibula*); na górnym końcu, zestawiającym się z kością udową, goleń jest znacznie rozszerzona, a na trzonie jej ciągnie się przodem silny, wystający grzebień (*crista*). Dolne, wystające końce goleni i piszczeli tworzą t. zw. kostki (*malleolus*): wewnętrzną i zewnętrzną. Pomiędzy kośćmi uda i podudzia mamy zestawienie blokowe kości w stawie kolanowym takie, że kości podudzia mogą poruszać się względem uda tylko w jednej płaszczyźnie (zginanie i rozginanie nogi w kolanie). Z przodu stawu kolanowego znajduje się silna, wypukła na przodzie kostka — rzepka (*patella*), ruchomo zestawiona z dolnym końcem kości udowej i górnym goleni. Poniżej podudzia mamy stopę; w niej znajduje się: siedm kości nastopka czyli stępu (*tarsus*, ryc. 25.), z których dwie największe stanowią kość skokową (*talus*), zestawioną z kośćmi podudzia, i piętową (*calcaneus*), położoną u dołu i wysuniętą ku tyłowi, pięć kości śródstopia (*metatarsus*) oraz kości palców.


Ryc. 24. **Kości podudzia, z przodu.**


Ryc. 25. **Kości nastopka, stopy i palców nogi,** z góry.

Podczas stania noga dotyka ziemi tylko kością piętową, przednimi końcami śródstopia i w części zewnętrznym brzegiem stopy; inne, środkowe części stopy nie dotykają ziemi i tworzą poniekąd łuk, wypukłą stroną do góry zwrócony. Na tych silnych łukach, jak most na arkadach, opiera się ciało ludzkie, przyczem na obu końcach łuków, jako też pod ostatnimi członkami palców znajdują się zgrubiałe, sprężyste części miękkie. Oneto ułatwiają skakanie i bieganie.

Kości głowy. W skład szkieletu głowy wchodzą kości czaszki i twarzy.

Kości czaszki (*cranium*, ryc. 26. i 31.) są bardzo silnie z sobą połączone, tworząc jakby twardą skrzynkę kostną ku ochronie mózgu.

W czaszce mamy na przodzie kość czołową (*os frontale*), połączoną z leżącemi za nią kośćmi ciemieniowemi (*ossa parietalia*) zapomocą szwu wieńcowego (*sutura coronalis*), tak zwanego z powodu, że w tem miejscu nakładano bohaterom starożytnym wieńce na głowę. Kości ciemieniowe łączą się z sobą zapomocą podłużnego szwu strzałkowego (*sutura sagittalis*), w tyle zaś z kością potyliczną zapomocą szwu lambdoidnego (*sutura lambdoidea* — podobnego do greckiej litery *Λ*). Z boków czaszki mamy kości skroniowe (*ossa temporalia*, ryc. 27. i 28.), połączone z ciemieniowemi zapomocą szwu łuskowego (*sutura squamosa*). Każda kość skroniowa składa się z 3 części: łuskowej, skalistej i bębenkowej. Łuska (*squama*) znajduje się zewnątrz i z boku; w części dolnej wybiega z niej ku przodowi wyrostek jarzmowy (*processus jugularis*), łączący się z kością jarzmową w łuk jarzmowy (*arcus zygomaticus*); u nasady tego wyrostka znajduje się od spodu zagłębienie rowkowate (*fossa articularis*) dla zestawienia z szczęką dolną czyli żuchwą. Część kości skroniowej, przenikająca do jamy czaszki, spoczywa na dnie tej jamy i ma nazwę skalistej (*pars petrosa*), z powodu znacznej twardości; w niej jest ukryte ucho wewnętrzne. Przednia i przyśrodkowa (wewnętrzna) okolica części skalistej nazywa się też, ze względu na kształt swój, piramidą (*pars pyramidalis*), tylna zaś i zewnętrzna tworzy część sutkową (*pars mastoidea*); w tej ostatniej części odróżniamy wyrostek skierowany ku dołowi, zwany, ze względu na postać swą, sutkowym (*processus mastoideus*); można go wyczuć palcem tuż w tyle poza muszlą uszną. Na piramidzie, ukrytej w jamie czaszki, znajdujemy otwór wiodący do wewnętrznego przewodu słuchowego (*meatus acusticus internus*), do którego przenika nerw



Ryc. 26. **Czaszka ludzka, z przodu widziana.**



Ryc. 27. **Prawa kość skroniowa** *(os temporale)*, widziana z góry i od strony wewnętrznej. *ł.* — łuska, o. — wewnętrzny otwór słuchowy, *s.* — część skalista kości skroniowej.

słuchowy. Część bębenkowa (*pars tympanica*) kości skroniowej jest najmniejsza i zawiera zewnętrzny przewód słuchowy (*meatus acusticus externus*).

Wspomniana kość potyliczna (*os occipitale*, ryc. 29.), nieparzysta, ma w tyle parę guzowatych kłykci (*condyli*), które, jak wiemy, są zestawione z dwiema odpowiedniemi powierzchniami stawowemi pierwszego kręgu szyjnego czyli dźwigacza.



Ryc. 28. **Prawa kość skroniowa** *(os temporale)*, widziana z zewnątrz. *gs.* — guzek stawowy, *st.* — powierzchnia stawowa, *ł.* — łuska, *ws.* — wyrostek sutkowy, *wj.* — wyrostek jarzmowy, *wsz.* — wyrostek szydłowy, *o.* — otwór zewnętrzny słuchowy.

Prócz tego kość potyliczna posiada w tyle wielki otwór (*foramen magnum*), przez który jama czaszki łączy się z jamą kanału kręgowego. Dno czaszki utworzone jest na środku przez bardzo złożoną kość klinową (*os sphenoidale*, ryc. 30.). Składa się ona z trzonu (*corpus*), na którego górnej powierzchni występuje siodełko tureckie (*sella turcica*) wraz z oparciem (*dorsum sellae*) i z trzech par wyrostków, mianowicie: przednich skrzydeł małych (*alae parvae*) i tylnych wielkich (*alae magnae*), skierowanych na boki, oraz



Ryc. 29. **Kość potyliczna** *(os occipitale)*, widziana od strony wewnętrznej. *g.* — wyniosłość guzowata *(protuberantia occipitalis interna)*, *o.* — wielki otwór potyliczny *(foramen magnum)*.



Ryc. 30. **Kość klinowa** *(os sphenoidale)* **młodego osobnika**, widziana od tyłu i z góry. *s.* — siodełko tureckie *(sella turcica)* na górnej powierzchni trzonu wraz z oparciem *(dorsum sellae)*, *sm.* — skrzydła małe *(alae parvae)*, *sw.* — skrzydła wielkie *(alae magnae)*, *ws.* — wyrostki skrzydłowe *(processus pterygoidei)*.

skierowanych ku dołowi wyrostków skrzydłowych (*processus pterygoidei*), które właściwie wybiegają z nasady skrzydeł wielkich.

Z przodu trzonu kości klinowej znajduje się kość sitowa (*os ethmoidale*), utworzona z nieparzystej środkowej płytki pionowej i z prostopadłej



Ryc. 31. Czaszka ludzka, widziana z boku.

do niej płytki poziomej, spoczywającej na dnie czaszki i przebitej, jak sito, mnóstwem drobnych otworków, przez które gałązki nerwów węchowych, wychodzących z mózgu, przenikają do jam nosowych. W związku z poziomą płytką kości sitowej znajduje się parzysty błędnik (*cellulae ethmoidales*), złożony z delikatnych, blaszkowatych kostek, zwiniętych muszelkowato i zawartych w górnej części jamy nosowej.



Ryc. 32. **Czaszka noworodka**, z góry. *a* — ciemiączko.

U człowieka dorosłego kości tworzące sklepienie czaszki są z sobą silnie zrośnięte zapomocą szwów. U noworodka zaś i niemowląt są one w pewnych miejscach oddzielone od siebie miękkiemi błonami (ciemiączka), dzięki czemu zawarty w czaszce mózg może się swobodnie rozrastać (ryc. 32.). Z wiekiem narząd ten osiąga należyte rozmiary. Czaszka w zupełności kostnieje, a części jej mocno zrastają się z sobą. Stąd wynika, że u dzieci uderzenia i ucisk na głowę są bez porównania niebezpieczniejsze, aniżeli u dorosłych.

Szkielet twarzy składa się z pary kości górnoszczękowych (*maxillae superiores*), które pośrodku zrastają się z sobą i na przodzie posiadają szereg zagłębień czyli zębodołów (*alveolae*), w których osadzone są zęby górne; w każdej szczęce jest po ośm takich zagłębień. Prócz tego każda kość górnoszczękowa ma poziomy blaszkowaty wyrostek podniebienny (*processus palatinus*); wyrostki te, zrastając się z sobą na linii środkowej, ograniczają z góry jamę ust, jako część podniebienia twardego (*palatum durum*); w trzonie szczęki górnej znajduje się obszerna jama Highmora, która łączy się z jamą nosową. Para kości licowych czyli jarzmowych (*ossa zygomatica*) tworzy wystające części twarzy i ogranicza od spodu i nieco od zewnątrz oczodoły (*orbitae*) czyli zagłębienia, w których mieszczą się oczy. Kość jarzmowa tworzy ku tyłowi wyrostek skroniowy (*processus temporalis*), który łączy się z wyrostkiem jarzmowym kości skroniowej dla utworzenia, jak wiemy, łuku jarzmowego (*arcus zygomaticus*). W tej okolicy znajduje się wydatne zagłębienie na czaszce — rów jarzmowy (*fossa temporalis*), ograniczony z przodu przez kość jarzmową, a z boku przez łuk jarzmowy. Para kości podniebiennych (*ossa palatina*) stanowi najbardziej tylną część podniebienia twardego, odgraniczającego jamę ust od jamy nosa. W skład szkieletu nosa wchodzi para kości nosowych (*ossa nasalia*) oraz trzy pary muszli nosowych (*conchae nasales*), które są blaszkowate, zwinięte i mieszczą się z każdej strony w jamie nosa. Górna para muszli nosowych należy właściwie do błędnika kości sitowej, środkowa, należąca również do kości sitowej, przytwierdza się do wewnętrznej powierzchni odpowiedniej kości nosowej, dolna zaś do odpowiedniej szczęki górnej (ryc. 33).



Ryc. 33. **Przecięcie czołowe (poprzeczne) przez jamę nosa**; widać przegrodę nosową oraz muszle nosowe.

Z innych kości twarzowych ważne są jeszcze: para kości łzowych (*ossa lacrimalia*), które mieszczą się na przodzie wewnętrznej ściany oczodołów; nieparzysta kość blaszkowata — lemiesz (*vomer*), która, jako ścianka pionowa, dzieli jamę nosa na połowę prawą oraz lewą i uzupełniona jest od przodu przez chrząstkową przegrodę nosową (*septum narium cartilagineum*); wreszcie — nieparzysta kość szczęki dolnej czyli żuchwy (*mandibula*); u zarodka składająca się z pary kości, które następnie zrastają się z sobą w jedną całość. W żuchwie odróżniamy łukowaty trzon (*corpus*), w którym na górnym brzegu znajduje się 16 zębodołów (*alveolae*) dla zębów dolnych, oraz z każdej strony gałąź (*ramus*), wznoszącą się nieco ukośnie ku górze i zakończoną dwoma wyrostkami, przednim — skroniowym albo wroniastym (*processus temporalis s. coronoideus*) i tylnym — stawowym (*processus articularis*), który zestawia się z kością skroniową czaszki. Żuchwa jest jedyną kością, która ruchomo zestawia się z czaszką.

Nasada języka przytwierdza się do kostki gnykowej (*hyoideum*), głęboko ukrytej w górnej części szyi pomiędzy mięśniami w bezpośrednim sąsiedztwie krtani, a złożonej z trzonu (*corpus*) i dwu par rożków (*cornua*): przednich i tylnych.

Głowa, jako całość, wykazuje u różnych ras ludzkich pewne różnice w rozwoju i wielkości niektórych części składowych. U ras, pod względem intellektualnym niższych, części twarzowe są wydatniejsze, więcej naprzód wystają, czoło jest bardziej wtył cofnięte; u ras wyższych część twarzowa znacznie mniej wystaje, czoło jest wyższe, przeto jama czaszki jest obszerniejsza (silniejszy rozwój mózgu). Różnice te wykazuje dosadnie t. zw. kąt twarzowy, mający wielkie znaczenie w antropologii; tworzą go dwie linie idealne, z których jedna biegnie od najbardziej wystającego środkowego punktu czoła ku dołowi, aż do punktu, położonego z przodu przednich siekaczy szczęki górnej. Druga zaś linia biegnie od tego ostatniego punktu do zewnętrznego otworu słuchowego, lub wzdłuż ponad zębodołami szczęki górnej. Im bardziej rozwój części twarzowych, zwłaszcza zaś szczęk, przeważa nad rozwojem czaszki właściwej, tem mniejszy jest kąt, pod jakim dwie wspomniane linie przecinają się na przodzie. U rasy kaukazkiej n. p. kąt ten wynosi przeciętnie około 85°, u murzynów 65°, u orangutana, małpy człekokształtnej 58°. U niektórych ras ludzkich długa oś czaszki (która łączy najwydatniejsze jej punkty przedni z tylnym) znaczniej przewyższa oś krótką czyli poprzeczną, aniżeli u innych ras i dlatego pierwsze nazwane zostały długogłowemi, drugie zaś krótkogłowemi. Wreszcie antropologia odróżnia także czaszki prostozębne czyli ortognatyczne i skośnozębne albo prognatyczne; u tych ostatnich, właściwych rasom niższym, n. p. murzynom, zęby są tak ukośnie osadzone, że górne i dolne schodzą się z sobą pod kątem.

C) Układ mięśniowy.

Kości same poruszać się nie mogą. Do poruszania ich służą mięśnie (*musculi*), zwane w mowie potocznej mięsem. Przedstawiają one zwykle wielkie, wydłużone masy, pośrodku grubsze, na obu końcach cieńsze; ta zgrubiała środkowa część mięśnia nosi nazwę brzuśca. Zwężone końce mięśnia przechodzą w mocne, błyszczące i białawe, obłe lub wstęgowate części, zwane ścięgnami (*tendo*), które przymocowują się zwykle do kości, zrastając się z ich okostną. Mięsień tedy ma najczęściej postać wrzecionowatą i na obu końcach przechodzi w ścięgna. O wiele mniej jest mięśni innego kształtu, n. p. pierścieniowatych czyli okrężnych, albo blaszkowato spłaszczonych.

Każdy mięsień otoczony jest błoną łączno-tkankową (*perimysium*), która tu i ówdzie przenika do jego wnętrza, dzieląc jego włóknistą masę na pojedyncze pęki. Owe pęki składają się z cieńszych pęczków włóknistych, te znów z jeszcze cieńszych, aż wreszcie ostateczne, najcieńsze, pod mikroskopem tylko widzialne części włókniste są to znane nam włókna mięsne. Tak więc, powtarzamy, mięsień składa się z ogromnej ilości włókien, skupionych w pęczki corazto grubsze, a wszystkie otoczone są wspólnemi błonami łączno-tkankowemi i zrośnięte w jedną całość. Mając na talerzu mięso ugotowane, możemy je z łatwością rozszczepić na oddzielne pęczki włókniste.

Nadto całe grupy mięśni otoczone bywają wspólnemi błonami łączno-tkankowemi, powięziami (*fasciae*).

Najczęściej oba końce mięśnia szkieletu przyczepiają się do dwu różnych kości. Jeden z tych punktów bywa nieruchomy lub mało ruchomy i nazywa się początkiem mięśnia; drugi, bardziej ruchomy, zowie się przyczepem. Gdy mięsień kurczy się, punkt przyczepu zbliża się do początku i w ten sposób kość zbliża się do drugiej, połączonej z tamtą ruchomym stawem. Tak n. p. jeżeli poziomo wyciągniemy rękę, zwróciwszy ją dłonią do góry, to na górnej stronie ramienia wyczujemy drugą ręką silny mięsień, który napręży się, gdy zegniemy rękę w stawie łokciowym. Otóż mięsień ten, zwany dwugłowym, albowiem rozdwaja się przy początku, zaczyna się u góry od łopatki i przyczepiony jest do szprychy przedramienia. Gdy on się kurczy, przedramię zbliża się do ramienia i ręka zgina się w stawie łokciowym. Gdy zaś kurczą

dże czyli móżdżek, śródmóżdże czyli wzgórki czworacze i odnóża mózgu, międzymóżdże czyli wzgórki wzrokowe i części z nimi sąsiadujące, a wreszcie przodomóżdże czyli półkule mózgowe (ryc. 39).

Najbardziej tylną część mózgu, w którą bezpośrednio przechodzi rdzeń pacierzowy, stanowi rdzeń przedłużony (*medulla oblongata*). Jest on u góry szerszy, ku dołowi zwężony; na tylnej jego powierzchni jest zagłębienie, z powodu swego kształtu zwane komorą rombową. Na dnie jej znajdują się parzysto rozmieszczone, po obu stronach linii środkowej, t. zw. węzły życia, których nadwerężenie sprowadza śmierć ustroju, albowiem z tych okolic biorą początek ważne nerwy, biegnące do płuc i serca. Na rdzeniu przedłużonym odróżniamy, podobnie jak w rdzeniu pacierzowym, brózdę podłużną przednią i tylną, z zewnątrz pęczki istoty białej, a w środku istotę szarą; szczególne zgrubienia po obu stronach przedniej brózdy podłużnej noszą nazwę piramid.

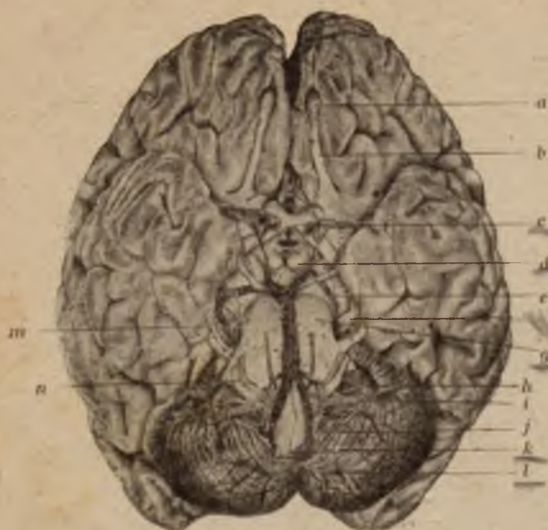
Pod rdzeniem przedłużonym i na przo-



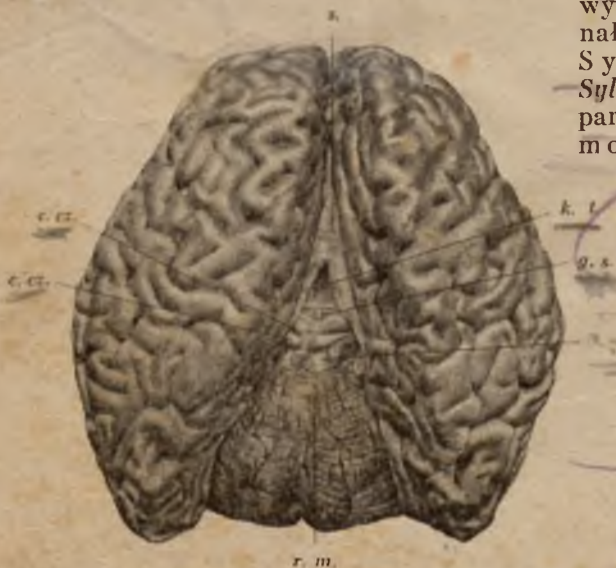
Ryc. 39. **Mózg ludzki,** przecięty wzdłuż i widziany od strony przyśrodkowej. *a* — zwój sklepieniowy, *b* — płat ciemieniowy mózgu, *c* — tylne zgrubienie spoidła wielkiego *(splenium corporis callosi)*, *d* — wzgórek wzrokowy *(thalamus opticus)*, *e* — móżdżek, *f* — rdzeń przedłużony, *g* — komora czwarta czyli rombowa, *h* — żagiel rdzeniowy przedni, *i* — ciało czworacze tylne, *j* — ciało sutkowe, *k* — spoidło miękkie *(commissura mollis)*, *l* — płat skroniowy mózgu, *m* — przednie części czyli t. zw. słupy sklepienia *(fornix)*, *n* — spoidło przednie, *p* — kolano czyli przednie zgrubienie spoidła wielkiego *(genu corporis callosi)*, *r* — płat czołowy mózgu, *s* — płat potyliczny.



Ryc. 40. **Mózg ludzki, widziany z boku** (z lewej strony). *a* — przednia odnoga szczeliny Sylwiusza, *b* — płat czołowy mózgu, *c* — płat ciemieniowy mózgu, *d* — zwój potyliczny mózgu, *e* — móżdżek, *f* — odnóże móżdżku do mostu *(pedunculus cerebelli ad pontem)*, *g* — rdzeń przedłużony (oliwki), *h* — nerw słuchowy, *i* — nerw twarzowy, *j* — rdzeń przedłużony (piramidy rdzenia), *k* — nerw odwodzący, *l* — most Varola, *m* — płat skroniowy, *n* — tylna odnoga szczeliny Sylwiusza, *o* — wysepka Reiliusza, *p* — przewód węchowy, *r* — opuszka węchowa



Ryc. 41. **Mózg ludzki, widziany z dołu.** *a* — opuszka węchowa, *b* — przewód węchowy, *c* — skrzyżowanie nerwów wzrokowych, *d* — ciałko sutkowe, *e* — nerw blokowy, *g* — most Varola, *h* — nerw językowo-gardłowy, *i* — nerw błędny, *j* — nerw dodatkowy, *k* — skrzyżowanie piramid w rdzeniu przedłużonym, *l* — móżdżek, *m* — nerw trójdzielny, *n* — nerwy: twarzowy i słuchowy.



Ryc. 42. **Mózg z góry widziany; obie półkule zostały sztucznie nieco rozsunięte dla uwydatnienia:** wielkiego spoidła mózgu (*s.*), komory trzeciej (*k. t.*), gruczołu szyszkowego (*g. s.*), ciałek czworaczych (*c. cz.*), oraz robaka móżdżku (*r. m.*)

dzie tegoż mieści się poprzecznie biegnący m o s t V a r o l a (*pons*); nad rdzeniem leży tyłomóżdże — m ó ż d ż e k (*cerebellum*, ryc. 40. i 41.), którego powierzchnia porznięta jest licznemi wązkiemi bróżdkami. Składa się on z dwu p ó ł k u l, prawej i lewej, połączonych ze sobą częścią środkową, zwaną r o b a k i e m (*vermis*). Istota szara móżdżku, występująca na jego powierzchni, przenika w ten sposób białą, występującą w środku, że na przecięciach poprzecznych otrzymuje się obraz jakby liścia pierzastego, co nazwano d r z e w e m ż y c i a (*arbor vitae*).

Komora rombowa rdzenia przedłużonego, ograniczona z góry przez móżdżek, przechodzi z tyłu w kanalik środkowy w rdzeniu pacierzowym, z przodu zaś w wązki kanał, zwany w o d o c i ą g i e m S y l w i u s z a (*aquaeductus Sylvii*), który wiedzie do nieparzystej jamy, zwanej k o m o r ą ś r o d k o w ą lub t r z e c i ą (*ventriculus tertius*). Wodociąg jest ograniczony od dołu przez o d n ó ż a m ó z g u w i e l k i e g o (*crura cerebri*), od góry przez dwie pary w z g ó r k ó w c z w o r a c z y c h (*corpora quadrigemina*). Części te tworzą razem ś r ó d m ó ż d ż e.

Komora środkowa jest to nieparzysta szczelina w środku mózgu. Z boków ograniczona jest przez wielkie masy istoty szarej, t. zw. w z g ó r k i w z r o k o w e (*thalami optici*), z góry zaś i z przodu przez — s k l e p i e n i e (*fornix*). W tyle, za okolicą wzgórków wzrokowych, nad wzgórkami czworaczymi występuje g r u c z o ł s z y s z k o w y

(*corpus pineale*). Po stronie zewnętrznej dna komory środkowej znajduje się: 1. para błyszczących wzgóreczków sutkowych (*corpora mamillaria*), 2. lejek (*infundibulum*), do którego prowadzi wejście z komory środkowej (*aditus ad infundibulum*), a który na końcu przechodzi w szczególny utwór dodatkowy — przysadkę mózgową (*hypophysis cerebri*), spoczywającą w siodełku tureckiem na trzonie kości klinowej i 3. skrzyżowanie nerwów wzrokowych (*chiasma nervorum opticorum*), które są przedłużeniem przewodów wzrokowych (*tractus optici*): lewy nerw prawego przewodu, prawy lewego. Wybiegają one ze wzgórków wzrokowych odpowiedniej strony. Wymienione części wraz z wzgórkami wzrokowymi i sklepieniem tworzą międzymóżdże.

Z przodu wzgórków wzrokowych leży przodomóżdże czyli wielkie półkule mózgu (*hemisphaerae*, ryc. 42.), u zarodka niezbyt duże, lecz później tak wielkie, że pokrywają z góry inne części mózgu: wzgórki wzrokowe, czworacze, móżdżek i rdzeń przedłużony. Obydwie półkule oddzielone są od siebie u góry wielką podłużną szczeliną, poniżej zaś są połączone ze sobą wielkim jakby mostem poprzecznie rozciągniętym, zwanym spoidłem wielkiem (*corpus callosum*), ze silnemi zgrubieniami w tyle (*splenium corporis callosi*) i z przodu (*genu corporis callosi*). Wewnątrz każdej półkuli mózgowej znajduje się jama, zwana komorą boczną (*ventriculus lateralis*); każda z tych dwu komór przedłuża się w róg przedni, tylny i dolny, oraz łączy się zapomocą małego otworka (*foramen Monroi*) z komorą środkową mózgu.

Na powierzchni półkul czyli w t. zw. korze mózgowej znajduje się istota szara, pod nią zaś biała; prócz tego w samym środku każdej półkuli mieści się jeszcze masa szarej istoty, zwana ciałem prążkowanem (*corpus striatum*); w mniejszej ilości rozsiana jest szara istota w innych jeszcze miejscach wewnątrz mózgu. Kora półkul mozgowych układa się w liczne zawoje (*gyri*), pomiędzy którymi biegną rowki (*sulci*), przez co znacznie powiększa się jej powierzchnia.

Pewne grupy owych zawojów tworzą jakby większe oddziały kory mózgowej, t. zw. płaty (*lobi*). Odróżniamy płaty czołowe, skroniowe, ciemieniowe i potyliczne w każdej półkuli mózgu.

Z boku na każdej półkuli pomiędzy płatem czołowym i skroniowym widać głęboką brózdę Sylwiusza (*fossa Sylvii*), przechodzącą w górze w szczelinę, która się widłowato dzieli na dwie odnogi, ograniczające mały płat, zwany pokrywką (*operculum*); a gdy płat ten uniesiemy do góry, na dnie szczeliny znajdziemy (patrz ryc. 40.) wysepkę Reiliusza (*insula Reilii*).

Rozpatrując mózg od spodu (ryc. 41.), zauważymy na nim w przedniej okolicy obu półkul parę wydłużonych przewodów węchowych (*tractus olfactorii*), z których wybiegają nerwy węchowe.

Z dolnej powierzchni mózgu wybiega 12 par nerwów mózgowych, a mianowicie: nerwy węchowe (*nn. olfactorii*, unerwiające organ węchu), wzrokowe (*nn. optici*, unerwiające oczy), okoruchowe (*nn. oculomotorii*), blokowe (*nn. trochleares*), trójdzielne (*nn. trigemini*), odwodzące (*nn. abducentes*), twarzowe (*nn. faciales*), słuchowe (*nn. acustici*, unerwiające ucho wewnętrzne), językowo-gardłowe (*nn. glossopharyngei*, unerwiające język i gardło), błędne (*nn. vagi*), dodatkowe (*nn. accesorii*) i podjęzykowe (*nn. hypoglossi*, unerwiające mięśnie języka). Nerwy te rozgałęziają się, dochodząc do różnych mięśni oraz do rozmaitych narządów zmysłowych w obrębie głowy; tylko nerwy 10. pary czyli błędne (*nervus vagus*) przenikają do płuc, serca i niektórych trzew jamy brzusznej. Nerwy okoruchowe, blokowe i odwodzące unerwiają mięśnie poruszające gałkę oczną. Nerw trójdzielny (*n. trigeminus*) jest silnie rozwinięty i nazywa się tak dlatego, że w okolicy ucha dzieli się na trzy gałęzie, unerwiające czoło, okolicę górno-szczękową i dolno-szczę-

kową; gałązki jego dochodzą między innemi do korzeni wszystkich zębów i dlatego, gdy w jednym zębie dziurawym nerw jest obnażony, czujemy nieraz ból w całej połowie twarzy, gdyż cały nerw odpowiedniej strony jest podrażniony.

Rozpatrując pod mikroskopem budowę tkanki nerwowej, przekonywamy się, że składa się ona z mnóstwa tworów elementarnych, zwanych neuronami. Każdy neuron składa się z komórki nerwowej (gruszkowatej, gwiaździstej, lub nieregularnie rozgałęzionej) oraz niteczki włóknistej zwanej także nitką osiową albo włóknem nerwowem, którato nitka jest bezpośredniem przedłużeniem komórki (patrz str. 11.); niekiedy z komórki wybiegają dwa takie włókna. W istocie szarej mózgu i rdzenia pacierzowego znajdują się i komórki i włókna nerwowe, w istocie zaś białej tylko włókna. Nerwy są to sznurki złożone z wielkiej liczby równoległe obok siebie biegnących włókien nerwowych, z których każde zaczyna się od odpowiedniej komórki ośrodka. Przebieg włókien oraz układ komórek w mózgu jest niezwykle skomplikowany, co pozostaje w związku z wielce złożonemi jego czynnościami.

Czynności układu mózgo-rdzeniowego. Niektóre nerwy czyli, ściślej mówiąc, ich włókna nerwowe przewodzą podniety od narządów zmysłowych do ośrodków; gdy przynoszą je aż do mózgu, wówczas mamy świadomość tych podniet. Tak n. p. gdy nakłuwamy igłą w którembądź miejscu skórę, odpowiednie zakończenia nerwowe doznają podrażnienia; przenosi się ono po włóknach nerwowych do mózgu i dlatego czujemy, jesteśmy świadomi działania tej podniety. Nerwy wzrokowe umożliwiają nam świadomość podniet świetlnych; dzięki nerwom słuchowym odczuwamy działanie fal powietrza czyli drgań jego jako dźwięki i t. d. Otóż te wszystkie nerwy, które przenoszą pewne pobudzenia od narządów zmysłowych do ośrodków, zwą się nerwami czuciowymi. Niektóre natomiast nerwy przenoszą pobudzenie od ośrodków do obwodu, a mianowicie do mięśni ciała. Gdy powstaje w nas chęć wykonania pewnego ruchu, wówczas pobudzenie to, jakby rozkaz, przenosi się po odpowiednim nerwie do danych mięśni, które pod tym wpływem woli kurczą się; jest to więc ruch dowolny. Nerwy te przenoszą zatem pobudzenie od ośrodka do obwodu (do mięśni) i zwą się nerwami ruchowymi. Takim wyłącznie ruchowym nerwem jest n. p. podjęzykowy (12-ta para nerwów mózgowych), unerwiający liczne mięśnie języka.

Większość jednak nerwów zawiera włókna dwojakiego rodzaju, czuciowe i ruchowe, i dlatego nazywają się te nerwy czuciowo-ruchowymi; jedne ich włókna przewodzą zatem pobudzenie od ośrodka do obwodu, inne zaś od obwodu do ośrodka. Takie włókna mieszane zawiera n. p. nerw trójdzielny (5-ta para nerwów mózgowych). Wszystkie nerwy rdzenia pacierzowego, dochodzące do skóry oraz do mięśni szkieletu, są nerwami czuciowo-ruchowymi, przyczem wszystkie włókna czuciowe przenikają do nerwu z komórek znajdujących się w zwoju tylnego korzonka, ruchowe zaś przenikają z rdzenia do nerwu za pośrednictwem korzonka przedniego. A więc przedni korzonek każdego nerwu rdzeniowego jest ruchowy, tylny — czuciowy.

Można się o tem przekonać zapomocą następującego doświadczenia: Gdy n. p. u żaby obnażymy z obydwu stron nerwy wychodzące z rdzenia do przednich łapek i gdy, dajmy na to, z prawej strony przetniemy przednie korzonki tych nerwów, a z lewej — tylne, to żaba nie będzie mogła wcale poruszać prawą łapką, ale będzie nią czuła doskonale; za pociśnięciem jej lub ukłuciem będzie usiłowała skoczyć, wlokąc ową łapkę jakby sparaliżowaną. Natomiast lewą łapką będzie mogła poruszać, nie mając w niej jednak czucia. Można tę łapkę ściskać, kłuć, a zwierzę na to reagować nie będzie.

Kora półkul mózgowych jest uważana za siedlisko świadomości oraz woli. Pobudki do wszelkich ruchów dowolnych wychodzą z półkul mózgu wielkiego. Gdy człowiek śpi, lub gdy jest nieprzytomny z powodu choroby, a więc gdy organ jego świadomości i woli nie działa należycie, nie może on wówczas wykonywać ruchów dowolnych.

Długi czas spierano się o to, czy kora półkul mózgowych działa jako całość, czy też do pewnych jej okolic przywiązane są pewne ściśle określone czynności. Dziś zdaje się nie ulegać żadnej wątpliwości teorya l o k a l i z a c y i czyli przywiązania pewnych czynności do określonych okolic powierzchni półkul mózgowych. Wykazano bowiem między innemi, że przez drażnienie pewnych okolic kory mózgowej prądem elektrycznym lub innemi podnietami, n. p. termicznemi albo chemicznemi, wywoływać można ruch określonych grup mięśni po stronie przeciwnej ciała, aniżeli półkula drażniona (pochodzi to stąd, że włókna nerwowe, biegnące od kory półkul mózgowych do rdzenia pacierzowego, krzyżują się częścią w piramidach rdzenia przedłużonego, częścią w samym rdzeniu). Wycięcie określonych okolic kory mózgowej powoduje paraliż ruchów pewnych grup mięśni strony przeciwnej. Są to t. zw. okolice czucio-ruchowe czyli psycho-motoryczne i z nichto wychodzą pobudzenia do ruchów dowolnych odpowiednich grup mięśniowych. Nadto w pewnych okolicach kory półkul mózgowych zlokalizowane są także pewne czucia zmysłowe, n. p. tylna część powierzchni półkul pozostaje w pewnym związku z czuciami wzrokowemi, okolice płata skroniowego z czuciami słuchowemi. Pies, któremu usunięto część kory mózgowej, związanej z czuciami wzrokowemi widzi wprawdzie, ale nie zdaje sobie sprawy z tego, co widzi, wzrokiem nie odróżnia n. p. pana swego od osób obcych.

Zasługuje także na uwagę, że u człowieka udało się wykazać obecność ściśle zlokalizowanego na korze półkul mózgowych ośrodka mowy; znajduje się on w okolicy brózdy Sylwiusza. Wskutek zmian chorobowych tego ośrodka chory traci zdolność mówienia.

Oprócz ruchów dowolnych, do których impulsy wychodzą z kory półkul mózgowych, człowiek i zwierzęta wykonywają także ruchy nieświadome, t. zw. o d r u c h y czyli refleksy, dla których najważniejszymi ośrodkami są: rdzeń pacierzowy i przedłużony.

Gdy n. p. śpiącego człowieka silnie połaskotamy w dłoń, wykona on pewien obronny ruch ręką, który będzie odruchem albo ruchem nieświadomym. Takich odruchów ustrój wykonywa bardzo wiele. Mruganie powiekami, kichanie, kaszel, wymiotowanie i t. p. stanowią przykłady odruchów wykonywanych pod wpływem podrażnienia danego narządu: oka, nosa, krtani albo żołądka.

Mózg, jako siedlisko świadomości i woli, jest także organem najwyższych czynności intellektualnych. Są one tem większe, im silniej jest rozwinięty mózg, a przedewszystkiem półkule mózgowe. Podobnie jak ćwiczenia fizyczne wzmacniają i rozwijają mięśnie, potęgując ich sprawność, tak też systematyczna praca umysłowa przyczynia się do rozwoju mózgu i potęguje władze intellektualne.

Natomiast wszystko, co źle działa na organ intellektu, przeszkadza rozwojowi intelligencyi. Między innymi wielkim jej wrogiem jest alkohol (wódka piwo, wino), ponieważ działa on szkodliwie przedewszystkiem na mózg i to w stopniu najwyższym; wiadomo przecie, że człowiek pijany traci świadomość. Alkohol, nawet w niewielkich spożywany ilościach, p o r a ż a hamujące ośrodki nerwowe, które kontrolują słowa i czynności i pozwalają panować nad sobą.

Mózg, rdzeń pacierzowy i większość wybiegających z nich nerwów nie mogą bez przerwy znajdować się w stanie czynnym. Od czasu do czasu muszą odpocząć; wówczas świadomość nasza zostaje zawieszona, organizm zapada w sen. Sen jest koniecznym warunkiem odpoczynku naszego układu nerwowego.

Układ nerwowy współczulny czyli sympatyczny. Oprócz układu mózgo-rdzeniowego istnieje jeszcze układ współczulny, inaczej zwany układem nerwowym trzewiowym, albowiem unerwia on trzewia: serce, płuca, żołądek, jelita i t. d. Składa się on z dwu głównych pni, które biegną przez cały tułów z boków kręgosłupa od strony przedniej. Pnie te w prawidłowych odstępach posiadają zgrubienia — zwoje (*ganglia*), z których wybiegają nerwy do różnych trzew i tam się rozgałęziają.

Pnie współczulne są w związku z nerwami rdzeniowymi i z jednym z nerwów mózgowych, mianowicie z błędnym (10-ta para), unerwiającym serce, żołądek, płuca i niektóre inne trzewia. Układ sympatyczny rządzi czynnościami trzew, a więc głównie dzięki niemu odbywają się n. p. ruchy żołądka i jelit. Ponieważ — powtarzamy — nerwy współczulne są w związku z rdzeniowymi, przeto różne stany naszych trzew, za pośrednictwem tych nerwów oraz rdzenia i mózgu, dochodzą do naszej świadomości; odczuwamy więc n. p. ból żołądka lub jelit, albo też przyjemne działanie pewnych podniet, n. p. doznajemy uczucia sytości.

E) Narządy zmysłowe.

Widzieliśmy w rozdziale pierwszym, że plazma komórkowa odznacza się wrażliwością, że pod wpływem bodźców mechanicznych, świetlnych, chemicznych lub elektrycznych plazma kurczy się, odczuwając niejako ich działanie. Otóż u tkankowców nie wszystkie komórki odznaczają się wrażliwością na podniety zewnętrzne w jednakowym stopniu; zdolność tę posiadają głównie komórki zmysłowe, najważniejsze elementy narządów zmysłowych. Podniety przenoszą się za pośrednictwem czuciowych włókien nerwowych do ośrodków nerwowych i w ten sposób dochodzą do świadomości naszej.

Komórki zmysłowe oraz odpowiednie nerwy czuciowe odznaczają się tem, że jakimkolwiek bodźcem je podrażnimy, wytworzą w nas zawsze czucia pewnego tylko rodzaju.

Tak n. p. nie tylko światło, lecz i bodziec mechaniczny lub elektryczny, drażniąc nerw wzrokowy, spowoduje wrażenie świetlne; każdy prawie zna wrażenie t. zw. „świeczki w oku“, jakby silnej iskry, jakiego doznał, gdy przypadkiem uderzył się w oko; a ci nieszczęśliwi, którym przez operacyę wyjmuje się chore oko, opowiadają następnie, że w chwili przecięcia nerwu wzrokowego widzieli „morze ognia“. Podobnie też drażnienie zakończeń nerwu słuchowego przez bodziec mechaniczny, n. p. ucisk śluzu w stanie kataralnym, wywołuje częstokroć wrażenie słuchowe szumu lub dzwonienia w uchu. Ta właściwość narządów zmysłowych, że każdy z nich reaguje zawsze w pewien swoisty sposób na różnorodne bodźce, zowie się swoistą energią zmysłów.

Oprócz najważniejszych składników każdego narządu zmysłowego to jest komórek zmysłowych i nerwów, istnieją jeszcze inne części, które służą do tego, aby najskuteczniej umożliwić działanie pewnego bodźca na dane elementy zmysłowe.

Odróżniamy pięć narządów zmysłowych: narząd dotyku, węchu, smaku, słuchu i wzroku. W rzeczywistości jednak posiadamy więcej zmysłów



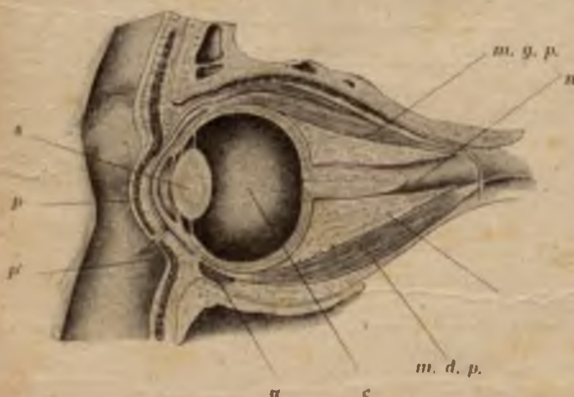
prócz wymienionych istnieje jeszcze zmysł mięśniowy, zapomocą którego odczuwamy natężenie mięśni, zmysł cieplny, za pośrednictwem którego uświadamiamy sobie różnice temperatury, zmysł wewnętrzny, przez który odczuwamy przyjemne lub przykre stany wewnątrz naszego ciała. Najdokładniej jednak znamy owych 5 głównych zmysłów.

Narządem zmysłu wzrokowego są oczy. Oko, ze względu na swój kształt kulisty zwane gałką oczną, ukryte jest w jamie kostnej, zwanej oczodołem (*orbita*), gdzie otacza je obfita tkanka tłuszczowa, chroniąca od wstrząśnień. Ponad okiem mieszczą się brwi, zabezpieczające oko od ściekających z czoła kropel potu. Powieki, górna i dolna, chronią również oko od szkodliwych wpływów zewnętrznych: zamykają się one odruchowo przy zbyt silnem świetle lub przy działaniu jakiegoś obcego ciała; gdy zaś chcemy zasnąć, zamykają się i nie dopuszczają do oka podniet świetlnych, ułatwiając przez to zaśnięcie. Włoski na brzegach powiek czyli rzęsy mają też ważne znaczenie, zasłaniając oko i utrudniając dostęp pyłu z powietrza; prócz tego rzęsy są bardzo czułe i przy najlżejszem dotknięciu wywołują odruchowe zamknięcie powiek.



Ryc. 43. **Schemat przedstawiający przekrój poziomy przez gałkę oczną człowieka.** *C* — wyrostki rzęskowe, *Ch* — naczyniówka, *Cj* — łącznica, *Co* — rogówka, *Cv* — ciało szkliste, *Fo* — plamka żółta, *Ir* — tęczówka, *L* — soczewka, *MF* — plamka ślepa, *Op* — nerw wzrokowy, *Rt* — siatkówka, *Sc* — twardówka, *VK*, *HK* — przednia i tylna komora oczna.

Wewnętrzna strona powiek oraz przednia powierzchnia gałki ocznej są powleczone delikatną błonką, na gałce ocznej zupełnie przezroczystą, t. zw. spojówką (*coniunctiva*). Dzięki obecności łez, obficie wydzielanych przez gruczoły łzowe, powierzchnia spojówki jest zawsze wilgotna, przez co tarcie przy ruchach powiek jest znacznie zmniejszone. Gruczoły łzowe mieszczą się w górnym zewnętrznym kącie pod sklepieniem oczodołu; łzy, spływając po powierzchni oka, oczyszczają je z pyłu i dostają się do wewnętrznego kąta oka, skąd przez dwa maleńkie otworki przenikają do kanalików złączonych w jeden wspólny przewód łzowy, który prowadzi z każdego oka do jamy nosa (stąd podczas płaczu, kiedy łzy wydzielają się obficie, siąkanie nosem).



Ryc. 44. **Przecięcie przez gałkę oczną dla pokazania niektórych mięśni.** *s* — soczewka, *p*, *p'* — powieka górna i dolna, *c* — ciało szkliste, *m. g. p.* — mięsień górny prosty, *m. d. p.* — m. dolny prosty, *n* — nerw wzrokowy, *u* — m. dolny skośny.

Wreszcie na brzegu powiek, pomiędzy nasadami rzęs, znajdują się otworki szczególnych gruczołów. Gdy jeden z tych otworków przypadkowo zasklepi się, wydzielina nie może się wydostać; wówczas na brzegu powieki tworzy się drobne, lecz bolesne nieraz nabrzmienie.

Gałka oczna (ryc. 43. i 44.) opatrzona jest 6 mięśniami: 4 prostymi (górnym, dolnym, zewnętrznym i wewnętrznym) oraz dwoma ukośnymi (górnym i dolnym). Dzięki im gałka jest bardzo ruchliwa, możemy ją skierować do góry, na dół, na zewnątrz, ku wnętrzu, w kierunku ukośnym. Gdy pewne mięśnie działają o wiele silniej z jednej strony, aniżeli z drugiej, wówczas powstaje zez.

Ścianka gałki ocznej składa się z trzech błon, obejmujących jedna drugą. Najbardziej zewnętrzna błona, barwy białej, nosi nazwę twardówki (*sclera*); na przodzie jednak, gdzie wypukłość gałki ocznej jest większa, błona ta jest przezroczysta jak szkło i nosi nazwę rogówki (*cornea*). Rogówka umożliwia przenikanie światła do oka. Pod twardówką znajduje się naczyniówka (*chorioidea*), t. zw. dlatego, że zawiera liczne naczynia krwionośne, odżywiające oko; w niej znajduje się ciemny barwik, który częściowo pochłania wpadające do oka promienie świetlne. Na przodzie oka, pod rogówką, naczyniówka odstaje od rogówki tak, że między jedną a drugą jest znaczna przestrzeń. Otóż ta część błony naczyniowej, zawieszona w tyle poza rogówką, nosi nazwę tęczówki (*iris*) i od niej zawisł kolor oczu (czarne, niebieskie i t. d.). Tęczówka posiada pośrodku otwór zwany źrenicą (*pupilla*). Źrenica wydaje się czarna wskutek pewnych zjawisk optycznych. Zapomocą mięśni tęczówki źrenica może zwężać się i rozszerzać; przy jasnem świetle otwór jej zmniejsza się, o zmroku lub w ciemności zwiększa się. W ten sposób otwór źrenicy reguluje dostęp promieni świetlnych do wnętrza gałki ocznej, przepuszcza ich tylko tyle, ile potrzeba do widzenia.

Najbardziej wewnętrzną błoną gałki ocznej jest siatkówka (*retina*), będąca niejako rozpostarciem nerwu wzrokowego, który w tyle przenika do gałki ocznej, po przebiciu twardówki i naczyniówki. Siatkówka składa się z wielu warstw komórek i włókien nerwowych. Warstwa przylegająca do naczyniówki, a więc najbardziej zewnętrzna, składa się z wielkiej liczby delikatnych elementów zmysłowych, zwanych pręcikami i czopkami, które są bardzo wrażliwe na światło. Najliczniej występują one w t. zw. żółtej plamce siatkówki, leżącej o 5—7° nieco ku wewnątrz i ku górze od osi optycznej gałki ocznej; plamka ta stanowi najwrażliwszą na światło część siatkówki. Natomiast miejsce, w którem nerw wzrokowy przenika do oka, pozbawione jest pręcików oraz czopków i ta część siatkówki zowie się „plamką ślepą“ lub plamką Mariotte'a, ponieważ jest niewrażliwa na światło.

Poza tęczówką mieści się ciało kształtu soczewicy, z dwu stron wypukłe, całkiem przezroczyste — soczewka (*lens*). Przestrzeń między rogówką i soczewką jest wypełniona cieczą wodnistą, jama zaś gałki ocznej poza soczewką jest wypełniona galaretowatą, przezroczystą masą — ciałem szklistem. Przez wszystkie te przezroczyste ciała promienie świetlne przenikają do wnętrza gałki ocznej.

Oko ma budowę jakby ciemni optycznej. Podobnie jak w ciemni, na matówce lub kliszy, tworzy się odwrócony i zmniejszony obraz przedmiotu, znajdującego się przed soczewką, tak też na tylnej ściance gałki ocznej powstaje zmniejszony i odwrócony obraz przedmiotu, znajdującego się przed soczewką oka.

Promienie świetlne padłszy na siatkówkę, drażnią zakończenia nerwowe, a podnieta owa przenosi się za pośrednictwem nerwu wzrokowego do naszej świadomości.

W oku miarowem odległość siatkówki od soczewki jest taka, że

przedmiot bardzo oddalony daje obraz na samej siatkówce. Gdy zaś przedmiot zbliża się do oka, albo gdy spoglądamy na jakiś nieruchomy przedmiot bardzo blizki, wówczas obraz wypadłby już poza siatkówką; wiadomo bowiem z fizyki, że skutkiem zbliżenia przedmiotu do soczewki obraz jego oddala się. Otóż oko posiada szczególne przystosowanie, dzięki któremu możemy również blizkie przedmioty dobrze widzieć. Przystosowanie owo czyli akomodacya polega na tem, że na granicy naczyniówki i tęczówki znajduje się zgrubienie okrężne, t. zw. ciało rzęskowe, zawierające mięśnie, które dochodzą do błony otaczającej soczewkę. Gdy dzięki działaniu tych mięśni błona zostaje zwolniona, soczewka, jako ciało sprężyste, bardziej się uwypukla i silniej załamuje promienie świetlne, przez co obraz przedmiotu wypada nieco bliżej, aniżeli wtedy, gdy mięśnie nie działają i soczewka jest mniej wypukła. Gdy więc przedmiot zbliża się do oka, soczewka staje się bardziej wypukłą, a obraz przedmiotu przypada na samej siatkówce tak, że go dokładnie widzimy. Odbywa się to oczywiście tylko do pewnej granicy, albowiem do przedmiotu zbyt blizkiego soczewka przystosować się już nie może.

Wadliwości oka. U niektórych osób istnieje wrodzona krótkowzroczność; osoby te widzą dobrze tylko z blizka, a wada ta pochodzi stąd, że oś gałki ocznej jest zbyt długa i obrazy dalszych przedmiotów przypadają przed siatkówką. Ludzie tacy używają okularów ze szkłami dwuwklęsłemi, które rozpraszają promienie świetlne, przez co obraz powstaje w oku bardziej w tyle, niż bez okularów, i pada na samą siatkówkę. U niektórych znów osób jest wrodzona dalekowzroczność, gdy oś gałki ocznej jest za krótka, a obraz przypada poza siatkówką; tacy ludzie używają szkieł dwuwypukłych, skupiających promienie świetlne, przez co obraz powstaje na siatkówce. U osób starszych soczewka traci zwykle swoją sprężystość tak, że nie może przystosowywać się do przedmiotów blizkich; cierpią one na t. zw. starczą dalekowzroczność. I w tym także wypadku pomagają okulary o szkłach wypukłych.

Istnieją jeszcze liczne inne wady, a także różnorodne choroby oczu, n. p. zmętnienie soczewki (katarakta), bardzo niebezpieczne t. zw. egipskie zapalenie oczu, przy którem można łatwo wzrok utracić. Choroba ta jest bardzo zaraźliwa, dlatego też n. p. gdy w szkole ktoś zasłabnie na oczy, bezzwłocznie powinien zasięgnąć rady lekarza. Oko jest niezmiernie cennym narządem, należy je więc oszczędzać i ochraniać. Uderzenie, kurz, dym, zbyt rażące światło, praca przy słabem świetle lub o zmroku, czytanie książki w leżącem położeniu, zwłaszcza przy świecy, wszystko to bardzo szkodzi oczom.



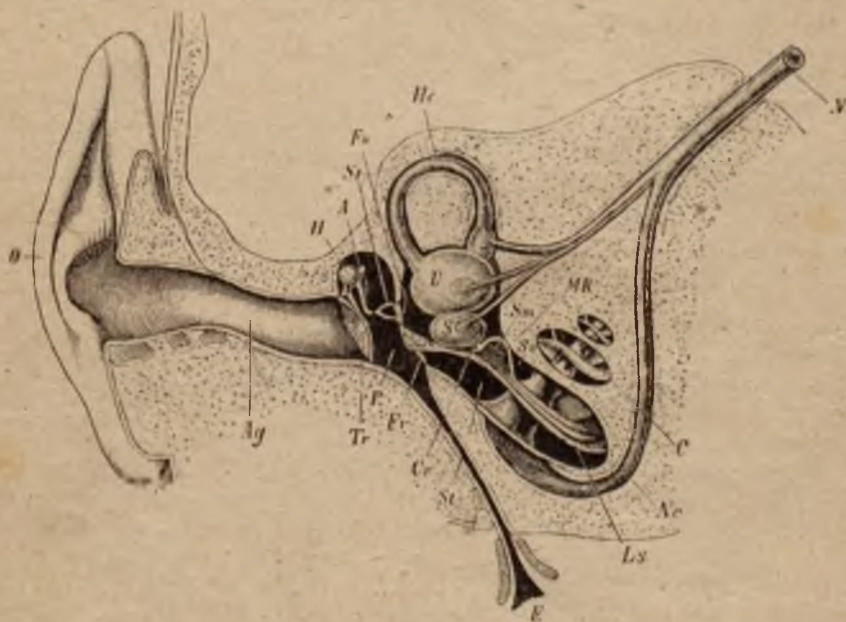
Ryc. 45. **Muszla (koncha) uszna.** o — otwór słuchowy zewnętrzny.

Narządem zmysłu słuchowego jest ucho. Składa się ono z trzech głównych części: ucha zewnętrznego, środkowego i wewnętrznego.

Ucho zewnętrzne (ryc. 45.) składa się z muszli czyli konchy usznej, podpartej sprężystemi chrząstkami i opatrzonej zewnętrznym otworem słuchowym. Liczne zagłębienia i fałdy muszli są

ułożone w ten sposób, że większość fal dźwiękowych uderzając o nią, odbija się i wpada do otworu słuchowego. Człowiek, którego głowa jest łatwo ruchoma i może obracać się w różnych kierunkach, posiada mięśnie muszli usznej w stanie zaledwie szczątkowym. Natomiast niektóre zwierzęta mają silnie rozwiniętą muskulaturę muszli, z łatwością poruszają nią i zwracają w stronę, skąd pochodzą dźwięki (koń). Otwór słuchowy wiedzie do zewnętrznego przewodu słuchowego, zamkniętego na wewnętrznym końcu przez silnie naciągniętą błonę bębenkową. Wnętrze przewodu wysłane jest przedłużeniem skóry, w której znajdują się liczne gruczołki, wydzielające żółtawą, lepką, tłustą woskowinę, namaszczającą przewód i błonę bębenkową. Włoski u wejścia przewodu powstrzymują dostęp ciał obcych; takąż rolę spełnia po części woskowina.

Ucho środkowe czyli jama bębenkowa (ryc. 46.) tworzy obszerną stosunkowo jamę, ograniczoną kostnemi ścianami i wysłaną

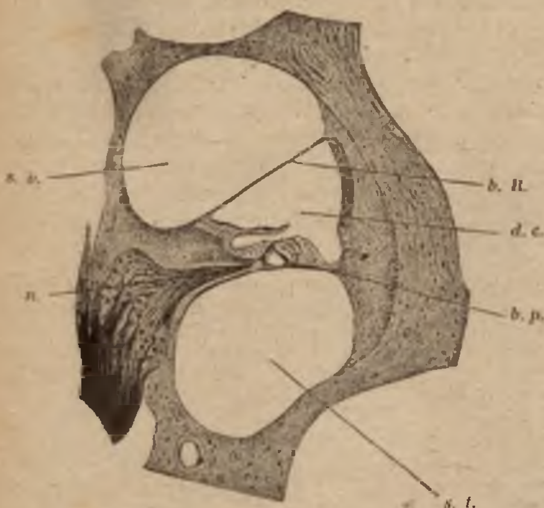


Ryc. 46. Budowa ucha ludzkiego (schematycznie). *O* — muszla, *Ag* — zewnętrzny przewód słuchowy. *Tr* — bębenek, *H* — młotek, *A* — kowadełko, *St* — strzemię, *P* — jama bębenkowa, E — trąbka Eustachego, *Fo* — okienko owalne, *Fr* — okienko okrągłe, *U* — woreczek, *Hc* — przewody półkoliste, *S* — mieszek, *C* — ślimak, *MR* — błona Reissnera, *N* — nerw słuchowy.

miękką błoną. Od strony zewnętrznej ogranicza ją błona bębenkowa; zapomocą przewodu po części błoniastego łączy się ona z jamą gardła. Wspomniany przewód nosi nazwę trąbki Eustachego i ma ważne znaczenie, ponieważ przezeń powietrze dostaje się do jamy bębenkowej, wskutek czego bębenek znajduje się pod jednakowem ciśnieniem zewnętrznem i wewnętrznem. Gdyby zaś od wnętrza powietrze nie dochodziło do niego, mógłby bębenek łatwo pęknąć pod wpływem parcia zewnętrznego. Łatwo też domyśleć się, dlaczego żołnierze stojący przy armatach muszą otwierać usta podczas wystrzałów.

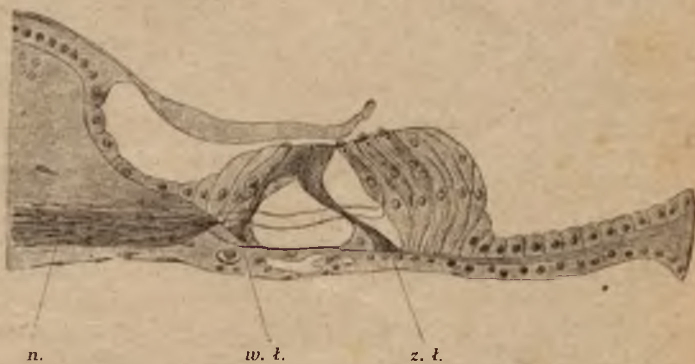
Pomiędzy błoną bębenkową a t. zw. okienkiem owalnem, również zasłoniętem błoną i znajdującem się na wewnętrznej ścianie jamy bęben-

kowej, na granicy ucha wewnętrznego, ustawione są, jak gdyby most wiszący, trzy delikatne, drobne kosteczki: młotek, kowadełko i strzemię (ryc. 46. *H, A, St*). Młotek oparty jest o błonę bębenkową, kowadełko łączy młotek z strzemieniem, strzemię zaś wstawione jest szerszą swą płytką podstawową w okienko owalne.



Ryc. 47. **Przecięcie poprzeczne przez skręty ślimaka.** *s. v.* — piętro przedsionkowe, *s. t.* — piętro bębenkowe, *b. R.* — błona Reissnera, *d. c.* — przewód ślimakowy, *b. p.* — błona podstawowa, *n* — nerw słuchowy.

Ucho wewnętrzne — błędnik czyli labirynt uszny (ryc. 46.) — ukryte jest w torebce kostnej, a ma własne ścianki błoniaste. Składa się z przedsionka, skąd wybiegają trzy przewody półkoliste, oraz ze ślimaka. Wewnątrz błoniastego błędnika zawarta jest ciecz — endolimfa. Na wewnętrznej ścianie jamy bębenkowej znajduje się okienko owalne zasłonięte błonką, o którą opiera się strzemię. Poniżej okienka owalnego istnieje drugie okienko błędnika, zwane okrągłem. Wewnątrz ślimaka (*cochlea*, ryc. 47.), przedstawiającego cewkę skręconą jak muszla ślimacza w dwa i pół obrotu, biegnie przegroda pozioma, a na pewnej części tej przegrody mieści się narząd Cortiego (ryc. 48.), złożony z ogromnej ilości delikatnych łuków, jakby misternych, maleńkich klawiszy, do których dochodzą zakończenia nerwu słuchowego.



Ryc. 48. **Przecięcie przez organ Cortiego w ślimaku ucha.** Na błonie podstawowej widać łuki: wewnętrzne *(w. ł.)* oraz zewnętrzne *(z. ł.)*, *n.* — nerw słuchowy.

Gdy fale dźwiękowe uderzają o bębenek i wprawiają go w drgania, te ostatnie za pośrednictwem kostek słuchowych dochodzą do okienka owalnego i udzielają się cieczy, ucho wewnętrzne wypełniającej — endolimfie. Do łatwiejszego przenoszenia się tych drgań służy także okienko okrągłe, które odpowiada jakby przeciwdrgnieniem na każde drgnienie okienka owalnego.

Otóż drgania endolimfy udzielają się klawiszom organu Cortiego, a więc i zakończeniom nerwowym; po nerwie słuchowym przenoszą się te podniety do mózgu, dzięki czemu mamy wrażenie dźwiękowe.

Ucho, podobnie jak i oko, jest narządem bardzo delikatnym i przez niestosowne obchodzenie się łatwo może być na szwank narażone. Ucho zewnętrzne należy czyścić (z woskowiny) bardzo ostrożnie, nie należy wtykać nigdy do przewodu słuchowego przedmiotów ostrych, twardych lub niedość czystych; najlepiej jest używać do czyszczenia ucha waty antyseptycznej (czystej), nieco zwilżonej wodą przegotowaną. Unikać też należy wprowadzania do ucha wody zimnej, n. p. podczas kąpieli, a jeśli nieco jej wejdzie, należy jej się pozbyć przez przechylenie głowy.

Narząd zmysłu powonienia mieści się w nosie. Błona śluzowa bowiem górnej i dolnej części jamy nosowej opatrzona jest zakończeniami nerwu węchowego. Od ciał wonnych oddzielają się drobniutkie, niewidzialne cząstki i unoszą się w powietrze. Otóż gdy takie powietrze wdychamy przez nos, cząstki owe drażnią odpowiednie zakończenia nerwowe, a podnieta ta za pośrednictwem nerwów węchowych przenosi się do mózgu, przez co otrzymujemy wrażenie woni.

Co do pielęgnowania narządu powonienia, pamiętać należy o tem, aby unikać zaziębienia i kataru nosa, a gdy ma się katar, nie należy nigdy zbyt silnie siąkać przy zamkniętych obydwu otworach nosowych, bo wówczas można wpędzić bardzo łatwo nieco śluzu przez trąbkę Eustachego do ucha środkowego i wywołać zapalenie tamże. Najlepiej przeto zamykać na przemian to jeden, to drugi otwór nosa i siąkać przez niezamknięty otwór.

Narząd zmysłu smaku znajduje się głównie na języku. Powierzchnia języka jest pokryta bardzo licznemi brodawkami, pośród których odróżniamy nitkowate i grzybkowate (liczne i drobne) oraz u nasady języka w tyle ośm do dwunastu większych brodawek, ułożonych w dwa szeregi, które są do siebie nachylone pod kątem rozwartym. Każda z tych większych brodawek jest otoczona głębokim rowkiem kolistym, stąd ich nazwa — okolone. Otóż na brodawkach grzybkowatych i okolonych mieszczą się właściwe narządy smaku, t. j. szczególne, kubkowate twory mikroskopowej wielkości, do których dochodzą zakończenia nerwu smakowego. Ciała ciekłe, przejęte jako takie bezpośrednio, lub też ciała rozpuszczone w ślinie i śluzie ust (sól, cukier), dostawszy się do wnętrza tych kubków smakowych, drażnią tam zakończenia nerwowe i powodują wrażenie smaku.

Podczas silnego kataru, którym objęta jest błona śluzowa nosa i ust, narząd smaku nie działa należycie i dlatego nie czujemy wówczas smaku spożywanych pokarmów.

Szkodliwe bywa często dla zmysłu smaku palenie tytoniu, które powoduje nieraz obłożenie języka grubą warstwą śluzu i utratę apetytu.

Narząd zmysłu dotykowego znajduje się w skórze, która pełni prócz tego inne także czynności (patrz niżej). A mianowicie w skórze znajdujemy albo wolne zakończenia włókien nerwów czuciowych, albo też włókna tych nerwów dochodzą do szczególnych ciałek owalnych, zwanych dotykowemi, mikroskopijnie małych. Zapomocą zmysłu dotykowego rozpoznajemy rodzaj powierzchni różnych przedmiotów, a więc ich gładkość, chropawość, a także po części ich kształt. Zdaje się, że osobne zakończenia nerwowe w skórze służą do odczuwania różnic cieplnych.

Wreszcie wspomnimy tu w kilku chociażby słowach **o zmyśle mięśniowym,** którego siedliskiem jest układ mięsny, w mięśniach bowiem mieszczą się odnośne zakończenia nerwowe. Zmysł ten pozwala nam odczuwać stan naszych mięśni, a mianowicie czy są skurczone czy rozluźnione; uwiadamia nas o stopniu naprężenia mięśni, o mniejszym lub większym wysiłku mięśniowym, przy podnoszeniu przez nas ciężarów albo przy pokonywaniu oporu n. p. ciał giętkich.

Zadanie

F) Narządy trawienia.

Ustrój żywy podlega t. zw. przemianie materyi, zużywa się ustawicznie, a części zużyte są wydalane na zewnątrz w postaci moczu przez nerki, przez płuca z powietrzem wydychanem oraz po części przez skórę w postaci potu. Ażeby wynagradzać owe ponoszone ustawicznie straty, ustrój musi pobierać pokarm. Części pożywne, które dostają się do ustroju z pokarmów, muszą przeniknąć do wszystkich jego zakątków, dokąd je zanosi krew, lecz aby tam dostać się, muszą one być koniecznie płynne. Otóż narząd trawienia ma za zadanie uczynić spożyty pokarm płynnym, umożliwić wessanie części pożywnych i przejście ich do krwi (ryc. 49.).



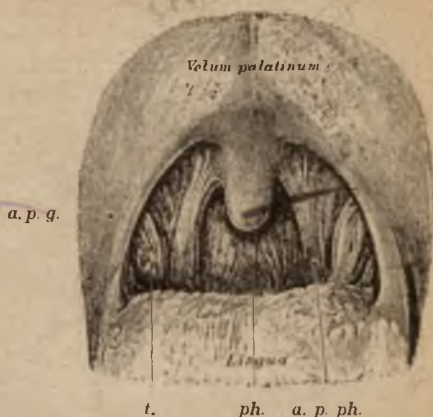
Ryc. 49. **Schemat całego przewodu pokarmowego oraz płuc człowieka.** *A.* — odbyt, *Ca.* — okrężnica wstępująca, *Cd.* — okrężnica zstępująca, *Ct.* — okrężnica poprzeczna. *Dd.* — jelito cienkie, *Gls.* — ślinianki, *Gl. th.* — gruczoł tarczykowy, *Gl. thy.* — gr. grasicowy, *Lb.* — wątroba, *Lg.* — płuco, *Mg.* — żołądek, *Oe.* — przełyk, *Pa.*—trzustka, *Ph.* — gardziel, *Pv.* — wyrostek robaczkowy, *R.* — odbytnica, *Vic.* — zastawka na granicy jelita cienkiego i okrężnicy, *Z.* — przepona.

Do narządów trawienia należy przedewszystkiem jama ust wraz z zawartymi w niej zębami i językiem oraz gruczołami ślinowymi czyli śliniankami, których przewody otwierają się do niej.

Otwór ust (*os*) jest ograniczony ruchomemi wargami (*labia*). Jama ustna zamknięta jest z boków policzkami, w przedniej części u góry podniebieniem twardem (*palatum durum*). Na dnie jej mieści się język. Ku tyłowi podniebienie twarde przechodzi w podniebienie miękkie (*palatum molle*, ryc. 50.), które oddziela tylną część jamy ust od gardzieli. Tylny brzeg podniebienia miękkiego przedłuża się pośrodku w języczek (*uvula*), który przy zapaleniu gardła często przekrzywia się na bok. Od podniebienia miękkiego ciągną się zgrubiałe jakby wałki łukowate, jeden ku nasadzie języka, jako łuk przedni czyli podniebieniowo-językowy (*arcus palato-glossus*), drugi ku gardzieli, jako łuk tylny czyli podniebieniowo-gardzielowy (*arcus palatopharyngeus*). Pomiędzy tymi łukami mieści się z każdej strony migdałek (*tonsilla*), często boleśnie obrzmiewający przy zapaleniu gardła. Miękka błona, wyścielająca całe wnętrze jamy ustnej, nosi nazwę błony śluzowej, ponieważ zawiera mnóstwo drobnych gruczołków wydzielających śluz, przez co jest zawsze śliska i wilgotna. Wszystkie wogóle trzewia są wysłane wewnątrz podobną błoną śluzową.

Zęby (*dentes*, ryc. 51.) są ważnemi

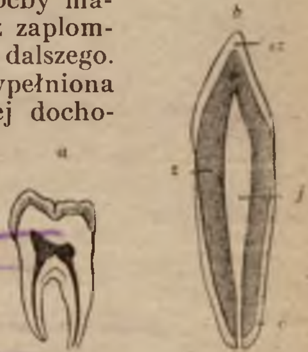
narzędziami, służą bowiem do żucia i rozdrabniania pokarmów. Każdy ząb składa się z korzenia osadzonego w zębodole szczęki, oraz z korony wystającej na zewnątrz. Istota twarda, podobna do kości, z której się składa ząb, nosi nazwę zębiny czyli dentyny; nadto korzeń pokryty jest cienką blaszką, t. zw. cementem, a korona powleczona jest nader twardą, błyszczącą powłoką, która zowie się szkliwem albo emalią i jako bardzo oporna, chroni koronę zębów od szkodliwych wpływów zewnętrznych. Gdy w któremkolwiek miejscu zęba szkliwo zniszczy się i odpadnie, zębina zostanie obnażona i jako mniej odporna, ulegnie łatwo zepsuciu, w zębie utworzy się dziura i będzie on próchnieć coraz więcej. Należy więc usilnie ochraniać emalię, nie gryźć zębami twardych przedmiotów, n. p. orzechów, nie narażać zębów na szybkie zmiany temperatury, a więc nie mieszać potraw gorących z zimnemi, nie dłubać w zębach igłą lub szpilką, wszystko to bowiem wychodzi na szkodę szkliwu, a więc przyśpiesza psucie się zębów. Gdy jednak pomimo wszelkich ostrożności zrobi się choćby maleńka dziurka w zębie, należy ją koniecznie zaraz zaplombować i w ten sposób ustrzedz ząb od psucia się dalszego.



Ryc. 50. **Podniebienie miękkie** *(palatum molle s. velum palatinum)* **wraz z języczkiem i łukami: podniebieniowo-językowym** *(a. p. g.)* **oraz podniebieniowo-gardzielowym** *(a. p. ph.)*; *ph.* — jama gardzieli. *t.* — migdałek *(tonsilla)*.

Wewnątrz korzenia zęba istnieje jama wypełniona miękką, żywą tkanką miąszu (*pulpa*), do której dochodzą naczyńka krwionośne i zakończenia nerwowe.

U człowieka odróżniamy w szczęce górnej i dolnej po 4 zęby przednie czyli sieczne (*dentes incisivi*) o koronach ścieśnionych, nożowatych, po jednym kle (*dens caninus*) z każdej strony o koronie szpiczasto zaostrzonej i po 5 zębów trzonowych (*dentes molares*) z każdej strony o koronach szerokich, pokrytych sęczkami. Trzy ostatnie zęby trzonowe mają korzenie o 2—3 odnogach i są bardzo silnie osadzone (ryc. 52.). Wszystkich zatem zębów człowiek posiada 32. W wieku dziecięcym aż do 6. lub 7. roku życia posiada człowiek tylko 20 zębów, zw. mlecznymi; później te zęby zaczynają wypadać, a na ich miejsce powstaje uzębienie stałe, złożone już z 32 zębów. Ostatni ząb trzonowy z każdej strony, zwany zębem mądrości, wyrasta najpóźniej, często dopiero w 20. r. życia albo nawet jeszcze później. Zęby sieczne służą do odgryzania kęsów, a szerokie powierzchnie zębów trzonowych nadają się doskonale do rozcierania i żucia. Zęby trzonowe zwierząt mięsożernych mają korony nożowate, służące do siekania i rozrywania mięsa, u roślinożernych zaś zwierząt korony silnie sfałdowane są znakomicie przystosowane do rozcierania twardych części roślinnych. Uzębienie czło-


Ryc. 51. *a* — **Schemat przekroju przez ząb dwukorzeniowy.** *b* — **Schemat przekroju przez kieł.** *sz* — szkliwo (emalia), *c* — cement, *j* — jama, *z* — zębina (dentyna).

wieka zajmuje niejako środek pomiędzy uzębieniem zwierząt mięsożernych i roślinożernych; przeto sama już budowa zębów ludzkich świadczy wymownie, że człowiek jest istotą wszystkożerną, czyli że powinien żywić się pokarmem mieszanym, roślinnym i zwierzęcym.



Ryc. 52. Zęby ludzkie górne i dolne.

Język (*lingua*) jest również narządem wielkiego znaczenia, nie tylko dlatego, że jest siedliskiem zmysłu smaku, lecz także i z tego powodu, że dzięki licznym mięśniom, biegnącym w różnych kierunkach może wykonywać różnorodne ruchy. Gdy żujemy pokarm w ustach, język przerzuca go jakby łopatą z miejsca na miejsce, przenosi ku zębom trzonowym w prawo i lewo, wskutek czego pokarm miesza się dokładnie ze śliną, wreszcie urabia go w kęs zaokrąglony, a przyjmując kształt jakby łyżeczki, zagina się wierzchołkiem ku górze i tyłowi, przez co kęs jest przeniesiony wtył ku podniebieniu miękkiemu, gdzie zostaje połknięty. Ważne jest i to, że błona śluzowa języka odznacza się znaczną wrażliwością dotykową; dlatego zapomocą języka odnajdujemy w kęsie pokarmowym najdrobniejsze ciałka ostre lub twarde, jak n. p. ość, kostkę, pestkę i t. d.

Ślinianki. Do jamy ust otwierają się przewody trzech par ślinianek czyli gruczołów wydzielających ślinę (*glandulae salivales*, ryc. 53.). Z każdej strony znajdujemy jeden taki gruczoł poniżej ucha, jeden w okolicy kąta szczęki dolnej oraz jeden pod językiem (ślinianka przyuszna, podszczękowa i podjęzykowa). Ślina zwilża pokarm, przez co łatwiej może być połknięty i przesunięty przez gardziel i przełyk.



Ryc. 53. Gruczoły ślinowe czyli ślinianki (przyuszna, podszczękowa i podjęzykowa).

Prócz tego ślina działa chemicznie na niektóre składniki pokarmu, a mianowicie zamienia skrobię na dekstrynę, a w dalszym ciągu na cukier; zamiana ta odbywa się dzięki obecności w ślinie szczególnego ciała chemicznego, fermentu, t. zw. ślinnika czyli ptyaliny, wydzielanej przez gruczoł przyuszny i podszczękowy.

Gardziel, przełyk, żołądek. Połknięty pokarm dostaje się do gardzieli (*pharynx*), mięsistego worka, z którego przechodzi do długiej, wązkiej cewki, zwanej przełykiem (*oesophagus*). Do gardzieli otwiera się z przodu jama ust, od przodu także i z góry dochodzą do niej tylne otwory nosowe, z boków i u góry znajdują się ujścia trąbek Eustachego,

wreszcie od dołu prowadzi otwór przedni do krtani. Ku tyłowi przedłuża się gardziel bezpośrednio w przełyk, który wiedzie już do żołądka (ryc. 54.). Pokarm, dostawszy się do gardzieli, nie może wejść do jam nosowych, gdyż przeszkadza temu podniebienie miękkie i języczek; do trąbek Eustachego nie przenika z powodu zbyt wysokiego ich położenia; wejście do krtani w chwili połykania jest zamknięte szczególną klapką — nagłośnią; a więc pozostaje tylko droga do przełyku. Jeżeli jednak podczas łykania pokarmu rozmawiamy lub śmiejemy się, nagłośnia odmyka się, przez co okruszynka pokarmu lub kropla cieczy może wpaść do krtani; wówczas następuje zakrztuszenie, a z kolei kaszel, podczas którego cząstki te zostają wydalone z krtani. Przy zakrztuszeniu pokarmem płynnym krople jego mogą niekiedy dostać się z gardzieli do nosa.



Ryc. 54. **Przecięcie przez jamę nosową, ustną, gardziel, przełyk i tchawicę.**

Ściana przełyku opatrzona jest warstwą mięśni podłużnych i okrężnych; podłużne, kurcząc się, rozszerzają światło przełyku, przy skurczu zaś okrężnych zwęża się to ostatnie. Otóż kurcząc się ustawicznie powyżej miejsca, w którem znajduje się w przełyku kęs połknięty, mięśnie te przesuwają kęs aż do żołądka. Te ruchy mięśni przełykowych, ze względu na pewne ich podobieństwo do ruchów pełzającej dżdżownicy, zwą się robaczkowymi.

Żołądek (*stomachus*, ryc. 55.) jest to obszerny worek o cienkich stosunkowo ścianach, wysłany wewnątrz błoną śluzową i opatrzony mięśniami. Otwór wiodący z przełyku do żołądka zowie się wpustem (*cardia*), otwór zaś na granicy żołądka i jelit zowie się odźwiernikiem (*pylorus*); oba są zamknięte silnymi mięśniami okrężnymi i otwierają się tylko w miarę potrzeby.

W błonie śluzowej żołądka znajdują się liczne gruczołki, wydzielające sok żołądkowy, który oddziaływa kwaśno, gdyż zawiera nieco kwasu solnego (0·3%). Oprócz tego w soku żołądkowym zawarty jest związek chemiczny, zwany pepsyną. Pod wpływem tej ostatniej w obecności kwasu solnego rozmaite ciała białkowate, stanowiące główny składnik mięsa, jaj i innych pożywnych pokarmów, któreto ciała białkowate w zwykłych warunkach są nierozpuszczalne w wodzie, przekształcają się w t. zw. peptony oraz albumozy, czyli białka rozpuszczalne. Kwas solny ma jeszcze inne doniosłe znaczenie: oto zabija liczne bakterye i inne chorobotwórcze drobnoustroje, które nieraz w ogromnej ilości dostają się do żołądka z wodą i pokarmami. Obok pepsyny występuje w soku żołądkowym jeszcze jeden ferment, zwany podpuszczka, który powoduje krzepnięcie mleka.



Ryc. 55. **Żołądek i część dwunastnicy** (*duodenum*).

Weź 0·1 *g* pepsyny, rozpuść w dziesięciu sześciennych centymetrach wody, dodaj 10 kropli kwasu solnego i do cieczy włóż kawałek rozdrobnionego białka kurzego, ugo-

towanego na twardo, albo też mały kawałek mięsa. W ciepłem miejscu już po kilku godzinach białko albo mięso rozpuści się w cieczy, jak cukier w wodzie, a pozostaną tylko nieliczne twarde szczątki włókniste.

Pokarm, którego nieznaczna tylko część bezpośrednio pochłaniana jest przez ściany żołądka i dostaje się do ich naczyń krwionośnych, opuszcza żołądek, zmieszawszy się ze śluzem, śliną i sokiem żołądkowym, jako t. zw. miazga (*chymus*), napół płynna, podobna do klajstru. Dopóki w żołądku nie wytworzy się dostatecznie płynna i miękka miazga, oddźwiernik nie wypuszcza zawartości żołądka. W miarę zaś postępu trawienia żołądkowego oddźwiernik otwiera się i przepuszcza miazgę do jelit cienkich.

Ażeby ułatwić trawienie żołądkowe, należy przedewszystkiem dobrze zżuć pokarm i zmieszać go należycie ze śliną; połykanie niedogryzionych kawałków pokarmu, co zdarza się przy zbyt pośpiesznem jedzeniu, jest bardzo szkodliwe dla zdrowia. Podczas jedzenia nie należy także pić wiele wody, albowiem ona rozcieńcza sok żołądkowy, przez co utrudnia trawienie. Wreszcie alkohol pod wszelką postacią szkodzi trawieniu, albowiem wiadomo, że gdy do wody, w której rozpuszczona jest pepsyna, dodamy alkoholu, pepsyna strąci się jako białawy osad i stanie się nieczynną. Jest to więc jeden z największych przesądów, że piwo, wino lub wódka pomagają trawieniu; przeciwnie, napoje te szkodzą żołądkowi: wiadomo zresztą, że wszyscy alkoholicy chorują na żołądek. T. zw. zgaga czyli przykre palenie w żołądku, wywołane przez podrażnienie jego błony śluzowej, występuje bardzo często po użyciu napoju alkoholowego.

Jelito i jego gruczoły. Miazga pokarmowa dostaje się zatem z żołądka do jelita albo kiszki, długiej bardzo rury, przenoszącej 4 do 5 razy długość ciała i tworzącej liczne skręty w jamie brzusznej. Zewnętrzną powierzchnię jelita, żołądka i innych trzew jamy brzusznej, jako też wewnętrzną powierzchnię ścianek jamy brzusznej powleka błona zwana otrzewną (*peritonaeum*). Zapomocą fałdów tej błony (krezek) trzewia są przymocowane do grzbietowej ściany jamy brzusznej; prócz tego fałdy otrzewnej łączą jedne trzewia z drugiemi. Pierwsze $^2/_3$ części jelita są cieńsze od ostatniej $^1/_3$, dlatego też przedni, dłuższy oddział zowie się jelitem cienkiem, tylny zaś, krótszy — jelitem grubem.

Jelito cienkie (*intestinum tenue*). Ta część jego, która jest najbliższa żołądka, zowie się dwunastnicą (*duodenum*), dlatego, że długość jej równa się szerokości dwunastu palców. Do dwunastnicy uchodzą przewody dwu ważnych gruczołów: wątroby, która wytwarza żółć, i trzustki, wytwarzającej sok trzustkowy. Dwa dalsze, znacznie dłuższe oddziały jelita cienkiego, zwą się jelitem czczem i biodrowem.

Wątroba (*hepar*) jest to wielki gruczoł barwy brunatnej, leżący z prawej strony w górnej części jamy brzusznej tuż pod przeponą. Zawiera ona wielokątne komórki, pomiędzy któremi przebiegają delikatne kanaliki, tworzące coraz większe pnie, złączone wreszcie w jeden wspólny przewód żółciowy. W związku z tym przewodem znajduje się pęcherzyk żółciowy czyli zbiornik, w którym gromadzą się większe zapasy żółci. Przewód żółciowy otwiera się, jak powiedzieliśmy, do dwunastnicy. Prócz wydzielania żółci wątroba odgrywa także bardzo ważną rolę jako magazyn, w którym czasowo bywają przechowywane węglowodany w postaci t. zw. glikogenu i tłuszcz; nadto zatrzymuje ona i przerabia rozmaite jady, szkodliwe dla organizmu, dzięki temu, że przez nią przechodzą liczne rozgałęzienia żyły wrotnej, zbierającej krew z całego prawie przewodu pokarmowego. Obok syntezy glikogenu dokonywa się w wątrobie synteza mocznika, połączenia, występującego w moczu. Żółć jest cieczą barwy zielonawo-żółtej, smaku gorzkiego. Ma

ona bardzo ważne znaczenie dla trawienia tłuszczów, miesza się z nimi dokładnie, rozdrabniając je na bardzo drobniutkie kropelki, przez co łatwiej mogą być wessane, i zmienia je chemicznie.

Trzustka (*pancreas*) jest to gruczoł wydłużony, który mieści się pomiędzy żołądkiem i dwunastnicą; przewód jej wspólnie z żółciowym uchodzi do dwunastnicy. Wydzielina jej, sok trzustkowy, zawiera trzy fermenty: trypsynę, amilazę i lipazę. Trypsyna zamienia białka, niestrawione pod wpływem soku żołądkowego, w peptony i w prostsze jeszcze produkty rozkładu, t. zw. kwasy aminowe. Amilaza działa na skrobię, która nie została zmieniona pod wpływem śliny i przerabia ją w cukier. Lipaza wreszcie rozszczepia tłuszcze na kwasy tłuszczowe i glicerynę. Sok trzustkowy odgrywa zatem, jak widzimy, doniosłą rolę w przebiegu trawienia. Z nim współdziała jeszcze inny sok, wydzielany przez liczne drobne gruczoły, zawarte w ściankach kiszek, t. zw. gruczoły Brunnera i Lieberkühna. Jest to t. zw. sok jelitowy. Zawiera on prócz innych dwa ważne fermenty: enterokinazę i erypsynę. Enterokinaza pomaga trypsynie w rozkładaniu białek. Bez tego fermentu trypsyna staje się nieczynną. Erypsyna zaś ma zdolność rozszczepiania peptonów na kwasy aminowe.

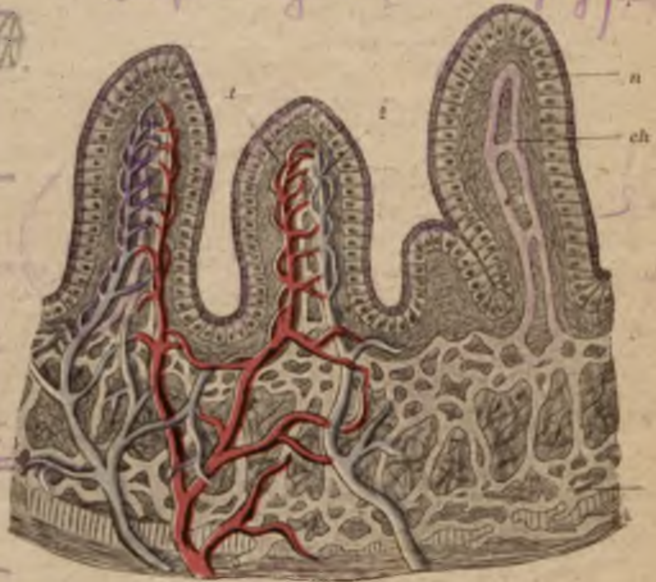
Pod wpływem wszystkich tych soków miazga pokarmowa zmienia się w jelicie cienkiem w gęsty, białawy płyn — mleczko (*chylus*). Z tego mleczka ścianki jelita wchłaniają i wsysają wszystko, co tylko da się wessać, a części pozostałe, bardziej zgęszczone dzięki wessaniu z nich cieczy, przechodzą do jelita grubego, gdzie jeszcze odbywa się wchłanianie pewnych części pożywnych. Reszta tworzy już kał, który wydalany jest na zewnątrz.

Najważniejsze znaczenie przy wchłanianiu części pożywnych z mleczka w jelicie cienkiem mają t. zw. kosmki (*villi intestinales*) czyli drobne, nitkowate twory, około milimetra wysokie, palcowate, pokrywające całą wewnętrzną powierzchnię jelita cienkiego i nadające jej wygląd jakby aksamitu (ryc. 56.).

Każdy kosmek pokryty jest jednowarstwowym słupkowym nabłonkiem, powlekającym wogóle błonę śluzową jelita, wewnątrz zaś zawiera bardzo luźną tkankę łączną, obfitującą w naczyńka krwionośne. Samym środkiem kosmka biegnie zamknięta ślepo na wierzchołku cewka — chłonica. Otóż te chłonice pojedynczych kosmków mają szczególną własność pochłaniania czyli wsysania części płynnych z mleczka. W ścianie jelita chłonice łączą się z sobą w większe gałęzie, które wreszcie zbiegają się w jeden główny pień limfatyczny czyli przewód piersiowy (*ductus thoracicus*); ten zaś ciągnie się wzdłuż kręgosłupa, przebija przeponę, przechodzi do jamy piersiowej i otwiera się do lewej żyły podobojczykowej. W ten sposób wessane przez chłonice mleczko dostaje się do krwi, która krążąc w naczyniach po całem ciele (patrz niżej), roznosi pożywne części do wszystkich okolic ustroju. Rolę pochłaniania z miazgi i mleczka soków pożywnych spełniają także po części same naczyńka krwionośne w ścianach żołądka i jelit.

Jelito grube (*intestinum crassum*), w którem, jak powiedzieliśmy, odbywa się w dalszym ciągu wchłanianie części pożywnych i formowanie się kału, zaczyna się w dolnej części prawej okolicy brzucha (patrz ryc. 49.). Na granicy jelita cienkiego i grubego błona śluzowa tworzy fałd, czyli zastawkę, która nie pozwala zawartości jelita grubego powrócić do cienkiego. Przy początku tworzy jelito grube wypuklinę ślepo za-

kończoną — jelito ślepe (*coecum*), na którem znajduje się jeszcze cienki wyrostek robaczkowy (*processus vermicularis*). Jelito ślepe wraz z owym wyrostkiem są częściami szczątkowemi; nie tylko nie oddają człowiekowi żadnej usługi, lecz nawet niekiedy bywają szkodliwe. Szczególnie u osób młodych wyrostek robaczkowy ulega często niebezpiecznemu zapaleniu, zwłaszcza, gdy połknięte przypadkowo twarde ciała, n. p. pestki, kostki, dostawszy się do niego, nie mogą się stamtąd wydostać. Jelito grube ciągnie się od dołu ku górze po prawej stronie jamy brzusznej, jako okrężnica wstępująca (*colon ascendens*), następnie w kierunku poprzecznym zbącza w lewo, jako okrężnica poprzeczna (*colon transversum*), poczem znów po lewej stronie jamy brzusznej schodzi ku dołowi, jako okrężnica zstępująca (*colon descendens*) i wreszcie, tworząc wygięcie w kształcie litery *S*, jako esica (*colon sigmoides*), przechodzi w końcowy oddział — odbytnicę czyli jelito proste (*rectum*).



Ryc. 56. **Schemat mikroskopowej budowy kosmków jelitowych.** W każdym z kosmków widać na powierzchni nabłonek *(n)*, wewnątrz naczyńko chłonicowe *(ch)*, dokoła zaś niego naczyńka włoskowate, wybiegające z tętniczki *(t)*, a łączące się w żyłkę *(ż)*. W głębi błony śluzowej pod kosmkami widać sieć naczyń chłonicowych czyli limfatycznych *(l)*.

O przemianie materyi i pokarmach. Powiedzieliśmy już wyżej, że w ciele każdego ustroju odbywa się za życia chemiczna przemiana materyi. Jak w maszynie czynnej spala się węgiel i zużywa woda, a części zużyte muszą być zastąpione przez nowe, tak i w ustroju żyjącym zużywają się różne składniki ciała, spalają się niejako, a części zużyte, wydalane na zewnątrz przez płuca, skórę i nerki, muszą być zastąpione przez nowe. Najważniejszymi składnikami ciała, które ulegają tej przemianie materyi, są związki organiczne, a mianowicie ciała białkowate, zawierające azot, węgiel, wodór, tlen, siarkę, dalej ciała bezazotowe, zawierające węgiel, wodór i tlen, do których należą tłuszcze oraz węglowodany (n. p. skrobia, cukier). Oprócz tego składnikami ciała są woda i sole mineralne. Najważniejszymi ostatecznymi produktami rozpadu ciał organicznych w żywym ustroju są: mocznik (zawierający azot, CON_2H_4), dwutlenek węgla (CO_2) i woda (H_2O); dwa ostatnie związki wydalane są z ciała za pośrednictwem płuc, mocznik, woda i niektóre inne produkty rozpadu — za pośrednictwem nerek i gruczołów potowych. Ponieważ pokarmy mają wynagradzać ustrojowi straty ponoszone przy prze-

mianie materyi, wynika z tego, że w pokarmach muszą znajdować się ciała białkowate, tłuszcze, węglowodany, woda i pewne sole mineralne.

Najważniejszymi pokarmami, zawierającymi bardzo znaczne ilości białka, są: mięso, mleko (białko w niem zawarte nosi nazwę sernika), jaja, nasiona roślin strąkowych, n. p. grochu, bobu, fasoli, oraz mąka z ziarn zbożowych. Pokarmy białkowate są najpożywniejsze ze wszystkich, albowiem z nich głównie powstają najważniejsze chemiczne składniki krwi, mózgu, nerwów i wogóle najważniejsze związki chemiczne komórek. Pokarm mięsny jest bardzo zdrowy, lecz nie należy go spożywać w nadmiernej ilości, gdyż to szkodzi normalnej przemianie materyi. Mleko jest zdrowe i pożywne, lecz w stanie surowym (niegotowane) może być rozsadnikiem chorób, jak n. p. gruźlicy, dlatego należy je raczej pić przegotowane. Z węglowodanów spożywamy głównie cukier i skrobię, które występują obficie w ziarnach zbóż, w nasionach roślin strąkowych i w kartoflach, cukier zaś znajduje się w owocach i jarzynach.

Tłuszcze spożywamy pod najrozmaitszą postacią, jako masło, oliwę, smalec, słoninę. Ponieważ utleniają się one w ustroju łatwo, przeto mamy w nich najważniejsze źródło ciepła i dlatego w krajach północnych ludzie instyktownie spożywają więcej tłuszczów aniżeli w południowych.

Wodę spożywamy w stanie surowym, a także w różnych innych napojach oraz we wszystkich wogóle pokarmach roślinnych i zwierzęcych (w mięsie ilość wody wynosi około 70%). Niedobrze jest przyzwyczaić się do częstego picia wody, albowiem po pierwsze zbyt wielka jej ilość zanadto rozcieńcza soki trawiące i powiększa masę wody we krwi, a po drugie nie zawsze mamy zupełnie dobrą wodę do picia; n. p. woda niefiltrowana z rzek, stawów, otwartych studzien często zawiera szkodliwe bakterye, a pijąc ją w stanie surowym, można nabawić się tyfusu lub innej choroby zakaźnej. Prócz wody używamy z pokarmów mineralnych soli kuchennej, której dodajemy do bardzo wielu potraw. Tak zw. k o r z e n i e, jak pieprz, cynamon, wanilia, goździki, albo u ż y w k i, jak kawa, herbata, są bardzo mało pożywne, a używa się ich bądź dla dodania smaku potrawom, bądź dla pobudzenia układu nerwowego. Skutkiem nadużywania mogą one stać się szkodliwe. Podobnie też i pożywność napojów alkoholowych (piwa, wina, wódki) jest niezmiernie mała. Używanie alkoholu wywołuje niebezpieczne dla zdrowia i życia ludzkiego skutki; następuje przerost i osłabienie serca (serce piwoszów), wątroba często chorobliwie się powiększa i twardnieje, układ nerwowy podlega zgubnym zmianom patologicznym; okropne skutki nadużywania alkoholu najlepiej są widoczne z załączonej tablicy. A l e n a w e t u m i a r k o w a n e u ż y w a n i e n a p o j ó w a l k o h o l o w y c h j e s t b a r d z o z g u b n e d l a o r g a n i z m u; przyśpieszają one bowiem starzenie się ustroju, powodują nagromadzanie się w nim trucizn, osłabiają czynności trawienia i serca oraz degenerują pokolenia; gdyż wywołane przez nie szkodliwe zmiany w organizmie przenoszą się na potomstwo.

W ogólności używanie pokarmów i napojów wymaga wiele ostrożności. Należy jeść powoli, nie połykać zbyt dużych kęsów, lecz dobrze żuć w ustach pokarm. Nie należy także jeść lub pić pokarmów lub płynów zbyt zimnych, albo zbyt gorących. Nie należy jeść zbyt dużo; przeładowanie bardzo jest dla zdrowia szkodliwe i wywołuje zaburzenia w żołądku i niedomagania w całem trawieniu. Nadewszystko starać się należy jadać regularnie i niezbyt często; zdrowemu, młodemu człowiekowi wystarczy w zupełności jadać trzy razy dziennie: śniadanie, obiad i wieczerzę. Spanie po obiedzie wskazane jest tylko dla osób bardzo osłabionych i dla małych dzieci, ale dla nikogo nie jest wskazana

TABLICA I.



Tablica illustrująca szkodliwy wpływ alkoholu na ustrój ludzki. W górnym szeregu z lewej strony żołądek ludzki normalny w przekroju podłużnym, z prawej strony wątroba ludzka normalna. — W następnym szeregu żołądek pijaka w przekroju, chorobliwie powiększony wskutek chronicznego kataru i wątroba pijaka, nadmiernie chorobowo powiększona (stłuszczona). — W trzecim szeregu z lewej strony serce normalne, pośrodku serce stłuszczone pijaka, a z prawej strony wątroba alkoholika, zmieniona wskutek zapalenia. — W dolnym (czwartym) szeregu serce w całości i w przekroju chorobowo powiększone (hypertrofia mięśnia sercowego) wskutek działania alkoholu, zwłaszcza, wskutek używania wielkiej ilości piwa; na prawo nerka normalna i nerka alkoholika chorobowo zmieniona wskutek zapalenia. — Wszędzie jest zachowany stosunek wielkości. (Pomniejszenie.)

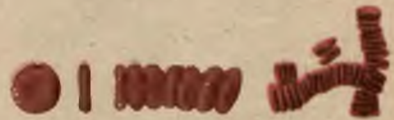
praca wytężająca, n. p. długi i szybki marsz zaraz po obiedzie, ponieważ już samo trawienie jest pracą dla ustroju. Wreszcie należy pamiętać o tem, że najzdrowiej jest pobierać pokarm mieszany: mięsny i roślinny; spożywanie zbyt wyłączne pokarmu mięsnego jest niezdrowe, ale zarówno też wyłączne żywienie się pokarmem roślinnym nie jest wskazane, bo wówczas musimy przeładowywać żołądek, by ilością pożywienia wynagrodzić jakość (pokarm roślinny jest bowiem na ogół mniej pożywny, aniżeli zwierzęcy). Sama już budowa zębów i długość jelita dowodzą nam w sposób oczywisty, iż ustrój ludzki winien się żywić pokarmem mieszanym.

G) Układ naczyniowy.

Krew krążąca w naszem ciele jest cieczą niezmiernie ważną. W jej osoczu zawieszone są miliardy drobniutkich komórek, o kształcie okrągłych tarczek, pośrodku z obu stron wklęsłych; średnica takiego ciałka wynosi 0·0077 milimetra. Komórki te noszą nazwę czerwonych ciałek krwi albo krwinek (ryc. 57.); mają one barwę żółto-czerwonawą, która pochodzi od swoistego ciała białkowatego, zawierającego żelazo — hemoglobiny. Ciało to łatwo łączy się z tlenem, a połączenie z nim ma nazwę oksyhemoglobiny. Krwinki nadają właśnie krwi barwę czerwoną. Można sobie wyobrazić, jak olbrzymia jest liczba tych ciałek we krwi ludzkiej, skoro w jednym jej sześciennym milimetrze znajduje się ich 4—5 milionów. Ponadto znajdują się jeszcze we krwi, lecz w ilości bez porównania mniejszej, białe ciałka krwi czyli bezbarwne, drobne komórki, o zmiennych kształtach, poruszające się zapomocą plazmatycznych wypustek na podobieństwo pełzaka (*ameby*).

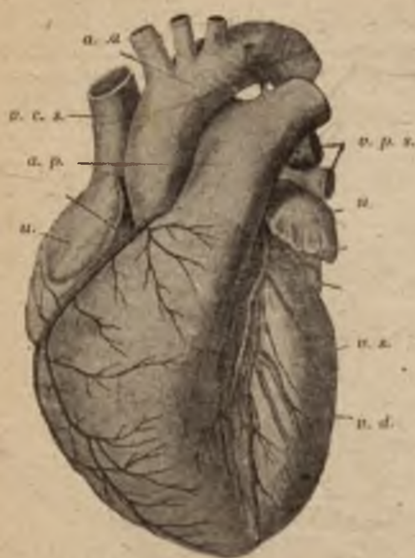
W naczyniach krwionośnych krew jest ciekła, lecz wypuszczona z naczyń, wkrótce zamienia się w galaretę i krzepnie, a krzepnienie to następuje wskutek wytwarzania się coraz to liczniejszych włókienek i nitek, t. zw. włóknika. Pomiędzy nitkami tego ostatniego są uwięzione ciałka krwi; od ciałek czerwonych skrzep ten ma barwę ciemno-czerwoną; oddziela się on od cieczy bezbarwnej, wodnistej — surowicy (*serum*); surowica krwi jest to więc osocze pozbawione włóknika i ciałek krwi. Surowica zawiera ciała białkowate, węglowodany i tłuszcze, a także wiele wody i różne sole mineralne, słowem: zawiera wszystkie składniki chemiczne niezbędne do odżywiania ciała. Czerwone zaś ciałka krwi, dzięki obecności w nich hemoglobiny, chciwie pochłaniają tlen

A

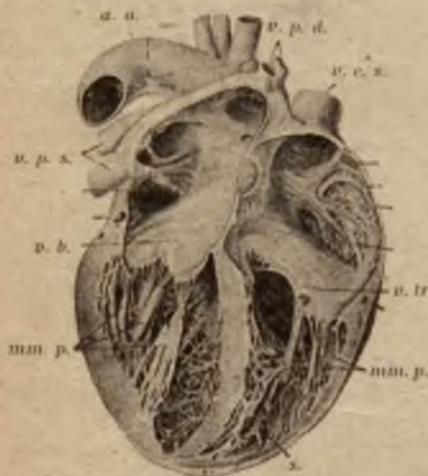

B


C


Ryc. 57. *A* — **Część siatki naczyń włoskowatych z krwinkami wewnątrz.** *B* — **Krwinki** (czerwone ciałka krwi) **ludzkie**, z lewej strony krwinka z góry widziana, z kolei krwinka zwrócona bokiem, dalej szereg krwinek zlepionych z sobą w postaci rulonu monet. *C* — **Białe czyli bezbarwne ciałka krwi**, zmieniające wciąż swą postać. (Powiększenie mikroskopowe).



Ryc. 58. **Serce**, z przodu. *v. d.* — komora prawa, *v. s.* — komora lewa, *a. p.* — tętnica płucna, *a. a.* — łuk aorty, *u.* — uszkowate wypukliny *(auriculae)* przedsionków, *v. c. s.* — żyła czcza czyli główna górna. *v. p. s.* — żyły płucne lewe.



Ryc. 59. **Przecięcie przez serce**, na którem widać przegrodę sercową *(septum)* — *s.* zastawkę przedsionkowo-komorową prawą czyli trójdzielną *(v. tr.)* oraz lewą czyli dwudzielną *(v. b.)*, mięśnie brodawkowe *(mm. p.)*, łuk aorty *(a. a.)*, żyły płucne lewe *(v. p. s.)*, żyłę czczą czyli główną górną *(v. c. s.)*, żyły płucne prawe *(v. p. d.)*.

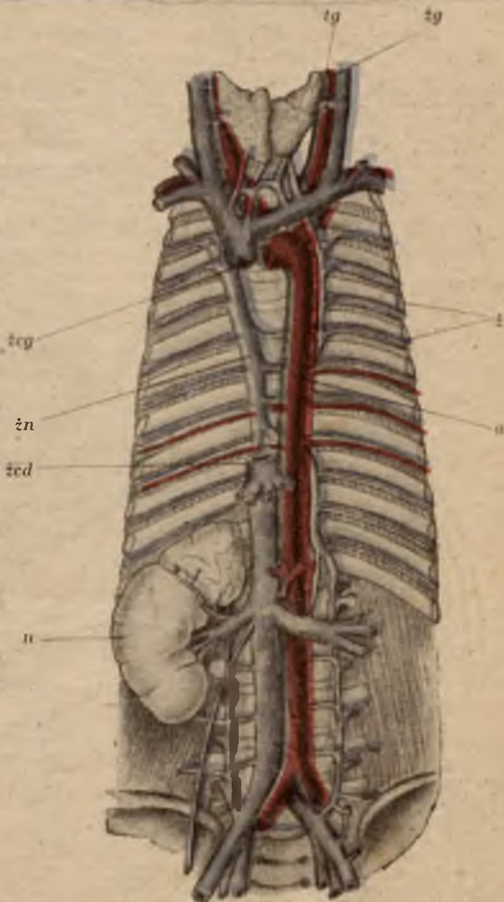
z powietrza w płucach, a nasycone tlenem, roznoszą go z krwią do wszystkich zakątków ustroju i udzielają tkankom otaczającym. W tkankach odbywa się łączenie tlenu z węglem czyli powolne utlenianie, spalanie, a produkt tego utleniania, kwas węglowy albo bezwodnik węglowy (CO_2), przenika z kolei do krwi, która zanosi go do płuc i tam zwraca wydychanemu powietrzu. Gdyby krew nie roznosiła tlenu i gdyby nie odprowadzała z tkanek bezwodnika węglowego, ustałoby wnet życie ustroju, nastąpiłoby uduszenie. Krew nie tylko więc odżywia ciało, doprowadzając do wszystkich jego tkanek części pożywne, lecz nadto jest roznosicielką tlenu, dla życia ustroju niezbędnego, a równocześnie zabiera z tkanek części zużyte, niepotrzebne. Krew obfitująca w tlen ma barwę jasno-czerwoną i nazywa się t ę t n i c z ą, krew zaś zawierająca mało tlenu, a obfitująca w bezwodnik węglowy, jest barwy ciemno-czerwonej i zowie się ż y l n ą.

Ażeby krew mogła spełnić doniosłą funkcyę odżywiania ciała i roznoszenia tlenu, musi ona wciąż krążyć po ciele. Narządami krążenia są: s e r c e oraz n a c z y n i a k r w i o n o ś n e.

Serce *(cor)* jest to worek mięsisty o grubych ścianach, kształtu stożkowatego, leżący w klatce piersiowej niezupełnie symetrycznie, albowiem jego dolna, zwężona część czyli t. zw. w i e r z c h o ł e k przechylony jest na lewo; dlatego trzymając z lewej strony dłoń na piersi, czujemy uderzenia serca. Jest ono otoczone workiem błoniastym — o s i e r d z i e m *(pericardium)*. Serce jest podzielone przegrodą podłużną na połowę prawą i lewą; w lewej znajduje się krew jasno-czerwona, w prawej zaś ciemno-czerwona. Każda z tych połów podzielona jest na dwie części: mniejszą górną, zwaną p r z e d s i o n k i e m *(atrium)*, oraz znacznie większą dolną, zwaną k o m o r ą *(ventriculus)*. Odróżniamy więc prawy i lewy przedsionek oraz prawą i lewą komorę sercową. Na granicy prawego przedsionka i prawej komory znajduje się błoniasta z a s t a w k a t r ó j-

dzielna *(valvula tricuspidalis)*, składająca się z trzech jakby żagielków trójkątnych. Na granicy zaś lewego przedsionka i lewej komory istnieje zastawka dwudzielna *(valvula bicuspidalis)*, złożona z dwu błoniastych żagielków. Żagielki zastawek przechodzą na wolnych krawędziach w nitki — struny ścięgniste, przyczepiające się do brodawkowatych mięśni na ścianach komory odpowiedniej. Zastawki te są tak urządzone, że przepuszczają krew z przedsionka do odpowiedniej komory, lecz nie przepuszczają ani kropli z komory do przedsionka (ryc. 58. i 59.).

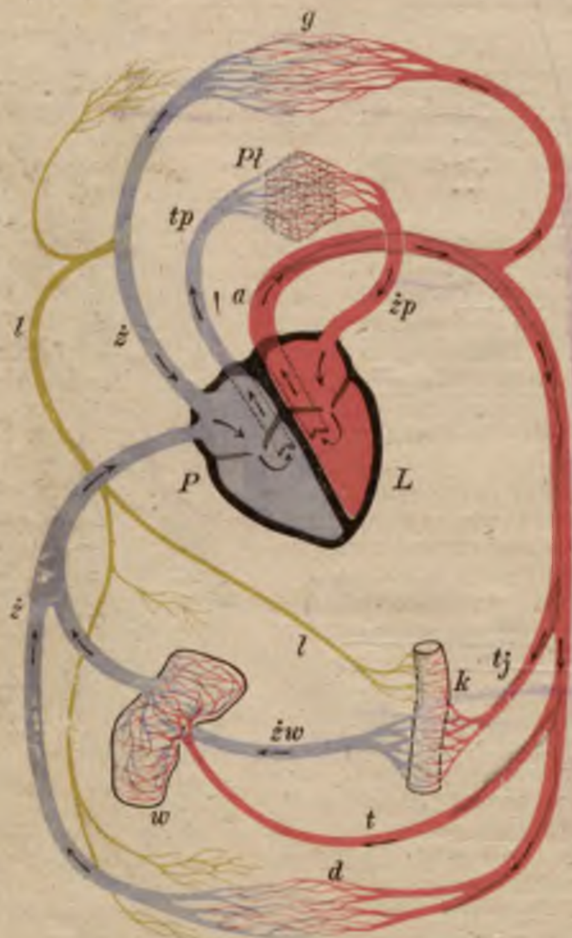
W sercu rozpoczynają się naczynia krwionośne, a mianowicie **tętnice** *(arteriae)* i **żyły** *(venae)*; przez pierwsze krew z serca wypływa, przez drugie zaś powraca do serca. Tętnice są to rury o ścianach grubych i bardzo sprężystych, obfitujących w mięśnie gładkie, dlatego też ścianka ich po przecięciu nie zapada się. Natomiast żyły mają ściany o wiele cieńsze, słabiej umięśnione, niesprężyste i dlatego po przecięciu zapadają się (jak rura gumowa) i zamykają światło. Główna tętnica wybiega z lewej komory serca i zowie się a o r t ą (ryc. 60); u jej początku znajdują się zastawki w postaci trzech błoniastych kieszonek, zwróconych wgłębieniami swemi w stronę światła aorty. Zastawki te pozwalają krwi przechodzić z serca do aorty, ale nie przepuszczają ani kropli napowrót z aorty do serca, albowiem pod wpływem parcia cieczy od strony aorty wypełniają się krwią i naprężają tak, że brzegami swymi szczelnie się schodzą.



Ryc. 60. **Niektóre wielkie pnie tętnic i żył**, widziane na przedniej stronie kręgosłupa i początkowych części żeber (1.) *a* — aorta, *n* — nerka (prawa), *tg* — tętnica głowowa, *żg* — żyła głowowa, *żcg* — żyła czcza górna (odcięta), *żdc* — żyła czcza dolna (odcięta), *żn* — żyła nieparzysta.

Aorta po opuszczeniu serca zagina się łukowato wtył; w miejscu zagięcia oddaje gałęzie tętnicze ku górze, a następnie biegnie ku dołowi wzdłuż kręgosłupa, na całej swej drodze oraz na dolnym końcu tworząc odnogi czyli gałęzie, które przenikają do mięśni, kości, trzew, błon rdzeniowych, skóry, słowem — do wszystkich części ciała, dzieląc się na coraz cieńsze gałązki. Coraz drobniejsze tętniczki posiadają coraz to cieńsze ścianki tak, że wreszcie te ostatnie składają się już tylko z jednej warstewki mocno spłaszczonych komórek. Rozgałęzienia tętnic prze-

chodzą ostatecznie w delikatną siateczkę drobniutkich naczyniek, widzialnych tylko pod mikroskopem i zwanych **włoskowatemi**. Od nich pochodzi różowy lub czerwony kolor mięśni i wielu trzew. Krew z tętnic ciała dostaje się do tych naczyniek włoskowatych, a przez ich cieniutkie ścianki przenikają ze krwi do otaczających tkanek części po-



Ryc. 61. **Schemat narządów krążenia krwi i układu limfatycznego.** *P* — prawa komora serca, *L* — lewa komora serca, *a* — aorta, *tp* — tętnica płucna, *ż* — żyły główne (czcze): górna — dolna *żp* — żyły płucne, *tj* — tętnice jelitowe, *t* — tętnica wątrobowa, *żw* — żyła wrotna, *k* — jelito, *w* — wątroba, *Pł* — płuca, *g* — naczynia włoskowate głowy i kończyn górnych, *d* — naczynia włoskowate tułowia i kończyn dolnych, *l* — główny przewód limfatyczny piersiowy. — Barwą czerwoną oznaczono naczynia, zawierające krew jasno-czerwoną, niebieską — naczynia, zawierające krew ciemno-czerwoną, żółtą zaś — naczynia limfatyczne. — Strzałki oznaczają kierunek krążenia krwi.

żywne; prócz tego odbywa się wymiana gazów, mianowicie krew oddaje tkankom tlen, a zabiera im bezwodnik węglowy. Stając się wskutek tego ubogą w tlen, krew nabiera barwy ciemno-czerwonej i jako taka przechodzi z naczyniek włoskowatych do większych naczyń czyli **żył**, które łączą się z sobą w corazto grubsze pnie. Te pnie żylne z kolei

zbiegają się w górnej okolicy ciała w jeden wspólny pień — **żyłę czczą górną** (*vena cava superior*), a w dolnej okolicy ciała również w pień wspólny, zwany **żyłą czczą dolną** (*v. cava inferior*).

Te dwie główne żyły prowadzą krew żylną do serca, a mianowicie do prawego jego przedsionka. W taki sposób krew jasno-czerwona, wypływająca z serca przez aortę i przenikająca tętnicami do naczyń włoskowatych całego ciała, powraca znów do serca jako zużyta, obfitująca w bezwodnik węglowy, a przeto ciemno-czerwona, żylna.

Z prawego przedsionka krew żylna przenika do prawej komory (ryc. 61.), stąd przez **tętnicę płucną** (*arteria pulmonalis*), u której początku, jak u początku aorty, znajdują się zastawki kieszonkowate, dostaje się do płuc. W płucach oddaje ona powietrzu bezwodnik węglowy, pochłania natomiast z niego nowy zapas tlenu, staje się znów jasno-czerwoną i jako taka powraca kilkoma żyłami płucnemi (*venae pulmonales*) do serca, mianowicie do lewego przedsionka. Stąd przenika do lewej komory i wreszcie znów przez aortę do tętnic ciała.

Z tego, co wyżej powiedziano, wynika, że w każdej części ciała znajdują się oprócz naczyń włoskowatych tętnice i żyły. Te ostatnie biegną zwykle obok siebie lub w nieznacznem od siebie oddaleniu, przyczem tętnice są zwykle głębiej ukryte, a żyły biegną bardziej powierzchownie; widać je n. p. na grzbietowej stronie dłoni tuż pod skórą. Tętnice można wyczuć, ponieważ one **tętnią** (puls); dzieje się to zaś z powodu, że krew przenikająca do nich za każdym skurczem serca wywołuje lekkie rozszerzenie się ich sprężystej ścianki. W pewnych miejscach ciała, n. p. na dolnej stronie końcowej części przedramienia, od strony wielkiego palca, tętnica (t. sprychowa — *arteria radialis*) przebiega dosyć powierzchownie, tutaj przeto lekarz bada **puls** chorego (ryc. 62.).



Ryc. 62. Tętnice i żyły na dolnej stronie dłoni (prawej ręki). *ar* — tętnica sprychowa (*arteria radialis*), *au* — tętnica łokciowa (*arteria ulnaris*).

Skurcze serca, które doskonale można wyczuć, trzymając dłoń na piersi nieco z lewej strony, odbywają się bardzo regularnie, zwykle około 70 razy na minutę (bicie serca). Skurcze te odbywają się tak, że gdy jednocześnie oba przedsionki się kurczą, komory się wtedy rozkurczają i naodwrót. Po rozkurczu komór następuje zawsze chwilowa pauza, podczas której mięsień sercowy odpoczywa. Gdy kurczą się obydwie komory, wówczas z lewej krew przenika do aorty, z prawej — do tętnicy płucnej; ponieważ zaś równocześnie rozkurczają się oba przedsionki, przeto do prawego z nich przenika krew z dwu żył czczych, a do lewego z żył płucnych. Przy rozkurczu zaś komór i jednoczesnym skurczu przedsionków krew z tych ostatnich przenika do odpowiednich komór.

Krew, krążąc po ciele, odbywa dwie drogi: 1) **wielki obieg**: z le-

wej komory przez aortę, tętnice ciała, naczynia włoskowate, żyły i dwie główne żyły czcze do prawego przedsionka oraz 2) *mały obieg*: z prawej komory przez tętnicę płucną, naczynia włoskowate płuc, żyły płucne do lewego przedsionka. Obieg wielki rozprowadza jasno-czerwoną krew po całem ciele, a więc ma za cel odżywianie ciała i dowóz tlenu do tkanek; obieg mały natomiast umożliwia odświeżenie krwi w płucach, zaopatrzenie jej w tlen i wydalenie dwutlenku węgla. Podczas całego tego krążenia serce działa jak pompa ssąca oraz tłocznia: gdy kurczą się komory, krew zostaje wtłoczona do tętnic, jak woda do rur gumowych zapomocą pompy w sikawce pożarnej; sprężyste ścianki tętnic, kurcząc się, posuwają krew coraz dalej aż do naczyń włoskowatych, skąd przechodzi ona do żył. Gdy się rozkurczają oba przedsionki, serce działa niby pompa ssąca na krew głównych pni żylnych, które do serca uchodzą. Zastawki kieszonkowate, znajdujące się w różnych miejscach większych żył ciała, działają w ten sposób, że zmuszają krew do płynięcia w kierunku serca.

Krążenie krwi podlega ustawicznemu wpływowi układu nerwowego, który je reguluje, dlategoto wszelkie wzruszenia nerwowe działają na serce i na całe krążenie (przyśpieszone bicie serca podczas strachu lub radości, blednienie i czerwienienie się czyli mniejszy lub większy dopływ krwi do twarzy, nagły odpływ krwi od mózgu i następujące wskutek tego zemdlenie pod wpływem silnego jakiegoś wzruszenia). Środki działające podniecająco na układ nerwowy, jak mocna kawa i herbata, alkohol, tytoń, przyśpieszają także bicie serca, a używane w zbyt wielkiej ilości, łatwo mogą spowodować chorobę sercową. Zbyt wielkie i częste zmęczenie fizyczne, n. p. forsowna i długa jazda na kole albo zbyt utrudzające wycieczki, potęgują też nadmiernie pracę serca i mogą ściągnąć cierpienie tego narządu, n. p. niedomogę lub przerost mięśnia sercowego.

Limfa i układ limfatyczny. Przez ścianki naczyń włoskowatych przenikają ze krwi do otaczających tkanek rozmaite substancye płynne, lecz nie wszystkie zostają tu zużyte. Otóż te niezużyte soki zbierają się w tkankach jako ciecz bezbarwna, zwana *limfą*, wsysana przez specyalne naczyńka o bardzo cienkich i wiotkich ściankach — *naczynia limfatyczne* (ryc. 63.). W płynnym osoczu limfy znajdują się liczne komórki pełzakowatego kształtu, zupełnie podobne do bezbarwnych ciałek krwi; są to *ciałka limfatyczne* albo *leukocyty*. Naczynia limfatyczne łączą się w coraz większe gałęzie, a główne ich pnie otwierają się do żył w szyjowej okolicy ciała. W ten sposób niezużyte substancye dostają się napowrót do krwi i mogą służyć do dalszego odżywiania ciała. Nadto, jak wiemy, naczyńka limfatyczne znajdują się także w kosmkach jelit, gdzie wsysają płynne mleczko z pokarmów, zanosząc je również do krwi za pośrednictwem przewodu piersiowego.

W przebiegu naczyń limfatycznych znajdują się liczne białawe *gruczoły limfatyczne* (ryc. 63.), wielkości prosa lub fasoli; limfa przepływa przez nie jakby przez filtr, zabierając z sobą leukocyty, które się wytwarzają w miąszu tych gruczołów. Czerwone ciałka krwi tworzą się natomiast w ustroju dorosłego człowieka głównie w szpiku kostnym.

W niektórych miejscach ciała, n. p. pod skórą szyi, w pachwinie, pod pachą, gruczoły limfatyczne są nagromadzone w większej ilości i można je tutaj wyczuć palcami. W razie zakażenia ciała, n. p. przez dostanie się pewnych szkodliwych bakteryi do otwartej rany, naczy-

nia limfatyczne wsysają owe substancye szkodliwe, które zatrzymują się jakby na filtrze w najbliższych gruczołach limfatycznych. Skutkiem tego gruczoły boleśnie brzękną. Często n. p. przy obieraniu się palca u ręki występuje obrzęk gruczołów pod pachą i powiadamy wówczas, że ciągnie nas pod pachą: przy psuciu się zęba lub zapaleniu gardła powiększają się w sposób bolesny pewne gruczoły limfatyczne na szyi lub pod szczęką.



Ryc. 63. **Powierzchowne naczynia i gruczoły limfatyczne głowy i szyi.** *gl* — gruczoły limfatyczne, *nl* — naczynia limfatyczne, *mmg* — mięsień mostkowo-gnykowy, *mmos* — mięsień mostkowo-obojczykowo-sutkowy, *mż* — mięsień żwacz, *o* — obojczyk, *śp* — ślinianka przyuszna.

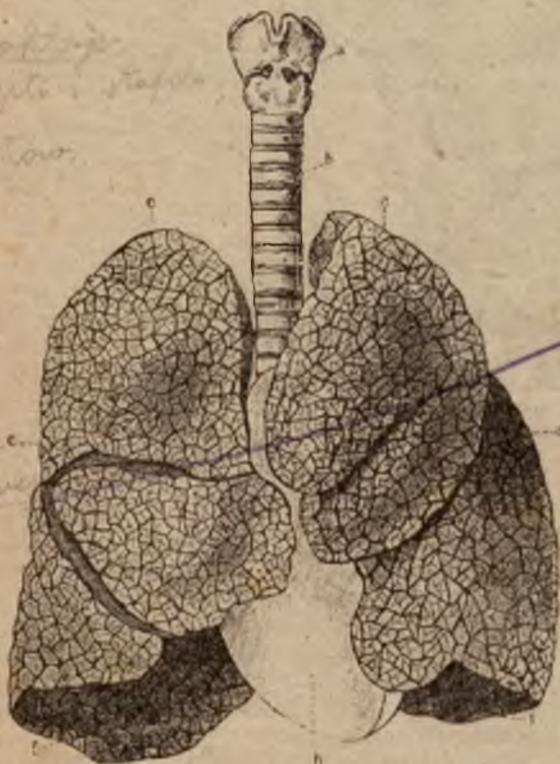
Podobną nieco budowę, jak gruczoły limfatyczne, ma wielki gruczoł barwy fioletowo-czerwonej, leżący z lewej strony żołądka — ś l e d z i o n a (*lien*), której czynności nie są jeszcze dokładnie poznane. To wszakże jest pewne, że w niej ulegają rozpadowi czerwone ciałka krwi (krwinki), oraz, że wytwarzają się w niej leukocyty.

H) Oddychanie i narządy oddechowe.

Człowiek, dopóki żyje, ustawicznie oddycha. Nosem lub ustami wciąga powietrze do płuc czyli wdycha, następnie je z płuc wydala — wydycha. Powietrze wydychane różni się bardzo od wdychanego. Wiadomo, że powietrze jest mieszaniną kilku gazów, a mianowicie: na 100 części objętościowych znajdujemy w niem zwykle 21 części tlenu, około

78 azotu i bardzo nieznaczną ilość, około 0·03 części, dwutlenku węgla czyli bezwodnika węglowego, oprócz pary wodnej i domieszki innych jeszcze gazów, jak argonu lub helu. Otóż powietrze wydychane z płuc różni się tem od wdychanego, że zawiera daleko mniej tlenu, a o wiele więcej dwutlenku węgla, podczas gdy stosunki ilościowe innych gazów nie zmieniają się. Prócz tego wydychane powietrze jest o wiele wilgotniejsze od wdychanego.

O znacznej ilości dwutlenku węgla w powietrzu wydychanem przekonać nas może następujące proste doświadczenie. T. zw. wodorotlenek wapniowy $Ca(OH)_2$ rozpuszcza się w wodzie i daje klarowną, bezbarwną ciecz — wodę wapienną; jeśli jednak przepuścimy przez tę ciecz gaz, zawierający wiele dwutlenku węgla, to z połączenia tego ostatniego z wodorotlenkiem wapniowym utworzy się węglan wapniowy i woda, a ponieważ węglan wapniowy nie rozpuszcza się w wodzie, przeto powstanie mętny, mleczny osad. Jeżeli przez wodę wapienną zapomocą słomki lub rurki szklanej wpuszczać będziemy przez pewien czas bańki wydalanego z płuc powietrza, wtedy zauważymy, że ciecz zmętnieje, stanie się mleczną od osadu węglanu wapnia.



Ryc. 64. **Płuca ludzkie**, *a* — krtań, *b* — tchawica, *c* — wierzchołki płuc, *f* — podstawa płuc, *h* — prawa komora sercowa.

Człowiek dorosły pochłania 800—1000 *g* tlenu dziennie. Łatwo tedy zrozumieć, jak szkodliwe dla zdrowia jest przebywanie w ciasnych lokalach, gdzie jednocześnie znajduje się wiele osób; powietrze w takich miejscach zawiera zbyt mało tlenu, a zadużo dwutlenku węgla, przez co oddychanie jest w wysokim stopniu utrudnione. Częste otwieranie okien w mieszkaniu, przebywanie wśród roślinności na wolnem powietrzu, obfitującem w tlen, to niezbędne warunki zdrowia.

Tlen z powietrza, jak już powiedziano wyżej, pochłaniają w płucach czerwone ciałka krwi. Krew roznosi też tlen po całem ciele do wszystkich jego narządów i tkanek. Tutaj także, jak wiemy, odbywa się ustawicznie spalanie czyli łączenie się tlenu z węglem różnych związków organicznych, wchodzących w skład naszych tkanek. Dzięki temu ustawicznemu spalaniu wytwarza się w e w n ę t r z n e c i e p ł o ciała, które u człowieka zdrowego wynosi około 36·5° C.; tylko podczas choroby podwyższa się ciepłota ciała o kilka stopni, albo też naodwrót obniża się cokolwiek. To wytwarzanie się ciepła wewnętrznego w ustroju można

porównać z powstawaniem ciepła w piecu przy spalaniu się w nim węgla czyli łączeniu się jego z tlenem powietrza atmosferycznego. Produkt tego spalania: dwutlenek węgla, jak wiemy, dostaje się z krwią do płuc, które wydalają go wraz z wydychanem powietrzem.



Ryc. 65. **Krtań ludzka**, z przodu. *e.* — nagłośnia *(epiglottis)*, *o. h.* — kość gnykowa *(os hyoideum)*, *m. th. h.* — błona tarczykowo-gnykowa, *lig. th. ep.* — więzadło tarczykowo-nagłośniowe, *c. th.* — chrząstka tarczykowa *(cartilago thyreoidea)*, *c. cr.* — chrząstka pierścieniowata *(cart. cricoidea)*, *l. cr. th.* — więzadło pierścieniowo-tarczykowe, *tr.* — tchawica *(trachea)*.

Oddychanie odbywa się zapomocą niezmiernie ważnych organów, zwanych **organami oddechowymi** (ryc. 64.). Do nich należy jama nosowa, przez którą wciągamy powietrze. Podzielona jest ona pionową przegrodą na połowę lewą i prawą, otwierające się w tyle do gardzieli. Każda połowa zawiera **trzy muszle** czyli cienkie blaszki kostne, zawinięte do wnętrza, przymocowane do zewnętrznej ściany jamy nosowej. Pomiędzy temi muszlami a przegrodą nosową istnieją wolne **przewody**, którymi przechodzi powietrze. Wciągnięte nosem powietrze styka się tam z bardzo wielką powierzchnią, wysłaną wilgotną błoną śluzową, ogrzewa się i nabiera pewnej wilgoci przed wejściem do krtani i płuc; prócz tego na błonie osiada kurz z powietrza, który następnie wraz ze śluzem wydalany jest z jamy nosowej. Można wprawdzie i ustami oddychać, ale takie oddychanie jest niezdrowe, albowiem powietrze nie ogrzewa się wtedy należycie, a pył dostaje się wprost do krtani. Szczególniej podczas mrozu, oraz gdy wiele pyłu unosi się w powietrzu, oddychanie ustami jest bardzo szkodliwe dla zdrowia.



Ryc. 66. **Krtań ludzka**, od tyłu widziana (po usunięciu mięśni). *e.* — nagłośnia, *c. cr.* — chrząstka pierścieniowata, *tr.* — tchawica, *c. a.* — chrząstki czerpakowate, *c. cor.*, *c. cun.* — dodatkowe chrząstki, zwane *cartilago corniculata* i *c. cuneiformis*.

Z nosa powietrze dostaje się do gardła, a stąd do **krtani** (*larynx*, ryc. 65. i 66.), narządu lejkowatego, umieszczonego na samym przodzie szyi pod skórą i cienką warstwą mięśni. Krtań składa się z kilku chrząstek, z których największa, przednia — **tarczykowa** *(cartilago thyreoidea)* — wystaje na przodzie szyi (grdyka): w tyle za chrząstką tarczykową mieszczą się dwie chrząstki **czerpakowate** *(cartilagines arytenoideae)*, pod niemi kolista chrząstka **pierścieniowata** *(cartilago cricoidea)*. Z góry wejście do krtani opatrzone jest jakby daszkiem, chrząstką bardzo sprężystą — **nagłośnią** (*epiglottis*); zamyka ona wejście do krtani podczas przechodzenia pokarmu do przełyku, a otwiera się podczas przejścia powietrza. Wszystkie chrząstki połączone są z sobą więzadłami oraz mięśniami.

Krtań wysłana jest wewnątrz błoną śluzową, której komórki nabłonkowe opatrzone są na wolnej powierzchni włoskowatymi wyrostkami czyli rzęsami, szybko się poruszającemi. Pochylają się one ku górze znacznie silniej niż ku dołowi i dlatego, gdy z powietrza osiędą na błonie śluzowej

krtani pyłki kurzu, rzęsy posuwają je w kierunku ku górze, dopóki nie wydalą ich na zewnątrz.

Na wewnętrznej powierzchni krtani znajdują się z boków dwie pary szczególnych wałeczkowatych zgrubień, z których para dolna jest silniej rozwinięta i nosi nazwę prawdziwych strun głosowych (*chordae vocales verae*), górna para, słabiej rozwinięta stanowi rzekome struny głosowe. Podczas działania odpowiednich mięśni krtani, struny głosowe prawdziwe (prawa i lewa) zbliżają się ku sobie i pozostawiają wolną jedynie tylko wązką szczelinę, t. zw. szczelinę głosową; przy działaniu innych mięśni owa szczelina między niemi powiększa się. Otóż powietrze wychodzące z płuc wprawia w drgania te struny, które, odpowiednio do stopnia napięcia, wydają wyższe lub niższe tony. W ten sposób powstaje głos, a przy współudziale języka, warg, podniebienia, nosa i zębów wytwarzają się różnorodne dźwięki mowy.



Ryc. 67. Rozgałęzienia tchawicy na oskrzela grube i na cieńsze pnie tychże w płucach.

Krtań przechodzi w tchawicę (*trachea*), t. j. długą rurę zbudowaną z szeregu niezupełnie zamkniętych pierścieni chrząstkowych. Wewnątrz wyściela ją błona śluzowa, której komórki są opatrzone rzęsami, spełniającemi podobną rolę jak w krtani. Na dolnym swym końcu tchawica dzieli się na dwie grube odnogi czyli oskrzela (*bronchi*, ryc. 67.), prawe i lewe, z których każde, jak pień drzewny, rozgałęzia się, przechodząc w coraz delikatniejsze i cieńsze rureczki, zakończone lejkowatemi gronkami drobniutkich pęcherzyków (ryc. 68.). Wszystkie gałęzie oskrzeli, grubsze i coraz cieńsze, wraz z pęcherzykami płucnymi oraz tkanką miąszowatą, która je łączy, stanowią jedną całość — płuco (*pulmo*). Mamy płuco prawe i lewe, a każde powleczone jest błoną opłucna (*pleura*), złożoną z dwu listków: jednego zrośniętego z płucem (*pleura visceralis*) i drugiego, który wyściela wnętrze klatki piersiowej (*pleura parietalis*).

Pęcherzyki płucne, opatrzone nader cienką ścianką błoniastą, objęte są z zewnątrz gęstą siatką włoskowatych naczyń krwionośnych. Gdy więc pęcherzyki napełniają się powietrzem, łatwo zachodzi wspomniana wyżej wymiana gazów pomiędzy niem a krwią: krew pochłania tlen z powietrza, a zwraca mu bezwodnik węglowy.


Ryc. 68. Lejki końcowe (*a*) z pęcherzykami płucnymi (*alveolae*) płuca (napół schematycznie).

Ustawiczne wdychanie i wydychanie powietrza z płuc odbywa się dzięki temu, że klatka

piersiowa na przemian powiększa i zmniejsza swą objętość. Gdy objętość klatki piersiowej powiększa się, powietrze wchodzące do płuc rozszerza je, gdy zaś na odwrót objętość ta zmniejsza się, płuca się kurczą i powietrze wychodzi. Wzrost pojemności klatki piersiowej odbywa się w znacznej mierze dzięki ruchom przepony, która, jak wiemy, stanowi przegrodę poprzecznie i nieco ukośnie biegnącą, a złożoną pośrodku ze sprężystej błony, na obwodzie zaś z mięśni. Środkowa część przepony wznosi się kopułowato ku górze, a więc ku wnętrzu klatki piersiowej, zmniejsza przeto jej pojemność. Gdy zaś mięśnie obwodowe przepony kurczą się, spłaszcza się ona, uciśnie na trzewia brzuszne, wskutek czego powiększa się jednocześnie objętość klatki piersiowej. Prócz tego żebra na przemian wznoszą się do góry przy wdychaniu i opadają na dół przy wydychaniu, przyczyniając się również do powiększania lub zmniejszania się pojemności klatki piersiowej. Dodać jeszcze należy, że przy wydychaniu nigdy cały zapas powietrza z płuc nie wychodzi; część jego zawsze pozostaje, gdy więc przybywa nowe, zimne powietrze, miesza się ono z tem dawno już ogrzanem, co chroni płuca od przeziębienia.

Płuca są narządem nadzwyczaj delikatnym, wrażliwym na zmiany temperatury; w razie zaziębienia podlegają katarowi, co gorsza, zapaleniu, chorobie bardzo poważnej. Najcięższą chorobą płuc są suchoty czyli gruźlica, cierpienie bardzo groźne, a pochodzące z tego, że do płuc dostają się swoiste mikroorganizmy roślinne czyli bakcyle (laseczniki) gruźliczne, które rozmnażają się w tkance płuc i powodują jej zanik. Ludzie chorzy na gruźlicę kaszlą i często plują, a w krwawej zwykle plwocinie ich znajdują się owe bakcyle, które mogą zarazić inne osoby. Dlatego też wogóle nie należy nigdy pluć na podłogę, zwłaszcza zaś w miejscach publicznych: w wagonach, salach szkolnych i t. p. Suchotom podlegają najczęściej ludzie słabowici z natury; silniejsi nie tak łatwo się zarażają. Używanie alkoholu usposabia bardzo ustrój do zarażenia się gruźlicą, a życie nieporządne, zwłaszcza zaś rozpustne, podkopujące zdrowie, czyni również organizm nader podatnym do chorób piersiowych. Używanie mleka surowego może niekiedy spowodować zarażenie się gruźlicą, gdyż ta choroba zdarza się często u krów i przenosi się za pośrednictwem mleka na ludzi.

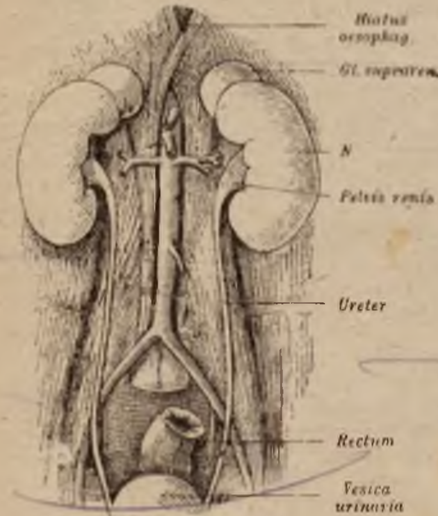
Powinniśmy się starać oddychać powietrzem czystem; kurz i pył w powietrzu szkodzi bardzo naszym organom oddechowym; zarówno też częste przebywanie w miejscach, gdzie bardzo dużo jest osób, a przewietrzanie jest niedostateczne, niekorzystnie wpływa na zdrowie nasze. Dużo powietrza i dużo światła w pokojach mieszkalnych, to warunek zdrowia. Pożytecznem jest też od pierwszej młodości zahartowywać się przeciw łatwym przeziębieniom, od których najwięcej cierpią narządy oddechowe.

W związku anatomicznym z narządami oddechowymi są dwa gruczoły nieparzyste, a mianowicie: gruczoł tarczykowy (*glandula thyreoidea*), leżący tuż z przodu i nieco poniżej chrząstki tarczykowej krtani, oraz gruczoł grasicowy (*glandula thymus*), znajdujący się u wejścia do klatki piersiowej. Oba gruczoły są zamknięte, t. zn., nie posiadają żadnych przewodów. Gruczoł tarczykowy wydziela pewną kleistą substancyę (koloid), która dostaje się do krwi; u niektórych osób, zwłaszcza zaś w okolicach górskich, gruczoł ten powiększa się chorobliwie, tworząc t. zw. wole. Gruczoł grasicowy zanika u człowieka około 20. roku życia.

f) Narządy wydzielnicze.

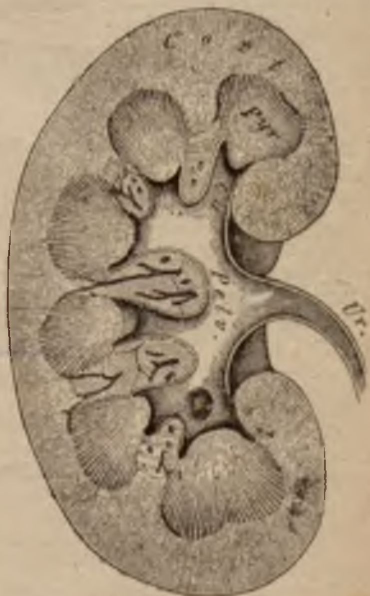
Powiedzieliśmy kilkakrotnie, że w ustroju żyjącym odbywa się bezustannie przemiana materyi. Nader złożone związki organiczne: tłuszcze, węglowodany i białka, wchodzące w skład ciała, ulęgają wciąż rozkładowi na związki prostsze. Najważniejszymi produktami owego rozpadu złożonych związków organicznych na ciała prostsze są, prócz innych, woda, dwutlenek węgla i mocznik — ciało zawierające azot. Płuca

wydalają — jak wiadomo — wodę i dwutlenek węgla; mocznik zaś, produkt rozkładu ciał białkowatych, jest wydalany razem ze znaczną ilością wody w moczu za pośrednictwem organów wydzielniczych czyli n e r e k, a także w części przez skórę (pot).



Ryc. 69. **Nerki** *(N)* **wraz z moczowodami,** widziane na tylnej ścianie jamy brzusznej.

Nerki (*renes*, ryc. 69. i 70.). stanowią parę narządów, barwy brunatnej, które mieszczą się w lędźwiowej okolicy ciała, tuż pod przeponą w tyle jamy brzusznej, po obydwu stronach kręgosłupa. Nerka ma kształt fasoli. Od strony zewnętrznej brzeg nerki jest wypukły, od wewnętrznej, wklęsły; tutaj znajduje się w niej zagłębienie czyli m i e d n i c a n e r k o w a (*pelvis renalis*), która przechodzi w m o c z o w ó d (*ureter*). Na przecięciu poprzecznem nerki spostrzegamy część korową czyli obwodową i rdzeniową czyli wewnętrzną; w ostatniej znajduje się pewna ilość stożkowatych utworów, t. zw. piramid Malpighiego, zwróconych wierzchołkami ku miedniczce nerkowej. W stożkach Malpighiego biegnie olbrzymia ilość delikatnych kanalików. Przebieg ich (ryc. 71.) w części korowej jest zazwyczaj kręty (*tubuli contorti*), w części rdzeniowej prostolinijny (*tubuli recti*). Kanaliki te zaczynają się w części korowej nerki torebkami B o w m a n a (*capsula Bowmani*), otaczającemi kłębuszki włoskowatych, tętniczych naczyń krwionośnych (kłębki Malpighiego). Z krwi tych naczyń przesącza się do wnętrza torebki poprzez cieniutką jej ściankę dużo wody. Kanaliki te zwą się m o c z o w y m i dlatego, że w nich właśnie wydziela się mocz z produktów doprowadzanych nerce przez krew; uchodzą one do wnętrza miedniczki nerkowej na wierzchołkach wspomnianych piramid. Stąd mocz spływa do moczowodów, które uchodzą do p ę c h e r z a m o c z o w e g o (*vesica urinaria*). W pęcherzu tym mocz się nagromadza i stąd przez przewód, zwany c e w k ą m o c z o w ą (*urethra*), co pewien czas wydostaje się na zewnątrz skutkiem skurczu pęcherza.



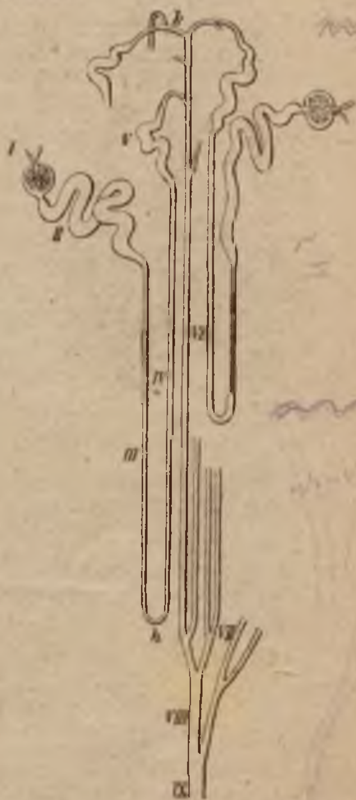
Ryc. 70. **Przecięcie podłużne przez nerkę ludzką.** *Ur.* — moczowód. *Pelv.* — miedniczka nerkowa. *Ca.* — kielichy nerkowe. *Cort.* — część korowa nerki.

Skóra, stanowiąca zewnętrzną powłokę ciała, spełnia w ustroju ważne zadania, ma też budowę swoistą. Odróżniamy w niej dwie główne warstwy: zewnętrzną czyli n a s k ó r e k (*epidermis*), utworzony z tkanki nabłonkowej wielowarstwowej, oraz wewnętrzną czyli s k ó r ę w ł a ś c i w ą (*corium*).

W warstwie naskórkowej odróżniamy z kolei pokład wierzchni, bardziej zrogowaciały, suchy, służący za doskonałą ochronę ciału, oraz pokład głębszy, soczysty, w którym najgłębiej umieszczone komórki dzielą się w ciągu całego życia ustroju, wytwarzając od dołu coraz nowe warstwy naskórka w miejsce wierzchnich, zrogowaciałych, które jako nawpół martwe wciąż odpadają czyli łuszczą się. W najgłębszej, soczystej warstwie naskórka, zwanej siecią Malpighiego (*rete Malpighii*), mieszczą się ziarenka barwikowe, które są różne u ras rozmaitych (murzyni, malajczycy, indyanie) i nadają skórze barwę.

Skóra właściwa składa się z włóknistej tkanki łącznej, bardzo mocnej i spoistej, zawierającej wiele włókien sprężystych. Ta część skóry u naszych zwierząt domowych jest bardzo gruba; po wygarbowaniu daje skórę przydatną na różne wyroby (obuwie, torby). Pod skórą właściwą znajduje się luźna, w tłuszcz obfitująca tkanka łączna, podskórna; z powodu swej wiotkości czyni ona skórę łatwo przesuwalną, co ułatwia ruchy członków, a z powodu obfitości tłuszczu, będącego złym przewodnikiem ciepła, chroni ciało od zbytniego oziębienia.

W skórze znajdujemy dwa rodzaje gruczołów: potowe i tłuszczowe (łojowe, ryc. 72.). Gruczoł potowy ma postać długiej cewki, która otwiera się na powierzchni naskórka, dolnym zaś końcem, ślepo zamkniętym i zwiniętym w kłębek, tkwi aż w tkance podskórnej. Gruczoły tłuszczowe mają kształt woreczkowaty, a ujścia ich znajdują się zwykle u nasady włosów. Pot wydzielany przez gruczoły potowe zawiera pewne produkty przemiany materyi, między innymi także mocznik. Widzimy tedy, że skóra spełnia także czynność wydzielniczą. Mniej lub więcej obfite wydzielanie potu jest środkiem regulującym do pewnego stopnia ciepłotę ciała. Gdy znajdujemy się n. p. w miejscu bardzo gorącem, wówczas krew obficie przypływa do skóry, która czerwienieje; gruczoły potowe otrzymują dużo wody z krwi i dlatego obficie ją wydzielają. Następuje parowanie tej wody, a ponieważ woda zamienia się w parę kosztem ciepła otaczającego, przeto ustrój ochładza się. Pocenie zatem przeciwdziała wpływowi zbyt wysokiej temperatury otoczenia. Nadodwrót, gdy dokoła jest zimno, krew odpływa od skóry, która blednie; gruczoły potowe, nie otrzymując materyału z krwi, przestają wydzielać pot, niema parowania i ciało znów się ogrzewa. Tłuszcz wydzielany przez gruczoły tłuszczowe namaszcza skórę, czyniąc naskórek miękkim i gibkim, mniej podatnym do pękania.



Ryc. 71. Schemat przebiegu kanalików moczowych w nerce. *I* — kłębek Malpighiego, *II*—część skręcona, *III*—część zstępująca oraz *IV* — wstępująca pętli kanalika, *V* — wstawka, *VI* — cewka zbierająca, *IX* — przewody brodawkowe, uchodzące na szczycie brodawki nerkowej do jamy miedniczki.

Gruczoły skóry są wytworem wyłącznie naskórka, podobnie jak i osadzony w skórze **włos**. Włos stanowi delikatną jakby cewkę, której ściana zowie się **warstwą korową**, a oś **rdzeniem**; obydwie te warstwy są utworzone ze szczególnie zmienionych komórek naskórkowych, obfitujących w substancyę rogową. Włos składa się z **trzonu** oraz z rozszerzonej podstawy — **korzenia** lub **cebulki**, złożonej z soczystych komórek; do cebulki od dołu przenika **brodawka włosowa**, stanowiąca wytwór skóry właściwej i odżywiająca włos. Brodawka i cebulka otoczone są z zewnątrz **torebką** włosową. Włos rośnie od nasady. Gdy wypadnie, może się wytworzyć nowy włos, skoro zaś i cebulka zaniknie, nowy włos już się nie wytworzy. Barwa włosów pochodzi od różnego rodzaju ziarn barwikowych w komórkach włosa; w starości barwik zanika, włos zawiera wtedy wiele pęcherzyków powietrza i to właśnie nadaje mu kolor biały, czyli siwy.



Ryc. 72. **Skóra ludzka w przecięciu** (pod mikroskopem). *c. d.* — ciałko dotykowe, *c. w.* — cebulka włosowa, *g. ł.* — gruczoł łojowy, *g. p.* — przewód gruczołu potowego, *m. w.* — mięsień jeżący włos, *n. k.* — naczyńka krwionośne, *s. w.* — skóra właściwa, *t.* — tkanka tłuszczowa.

Paznokieć, podobnie jak włos, jest utworem naskórkowym, zrogowaciałym. Nasada jego jest ukryta w fałdzie naskórka, szeroka zaś powierzchnia dolna leży na podłożu naskórkowem; rośnie on od tyłu, t. j. od nasady. Ponieważ na końcach palców nerwowe zakończenia dotykowe są szczególnie silnie rozwinięte, przeto paznokieć stanowi doskonałe oparcie dla miękkich brzuśćów palcowych, gdzie zakończenia te występują obficie. Potęguje to zdolność dotykową palców.

Skóra winna być starannie pielęgnowana, a mianowicie dbać należy o wielką jej czystość, w tym celu, by przewody gruczołów potowych nie były zatkane przez brud. Czystość skóry osiągniętą być może przez częste kąpiele i używanie mydła, które dopomaga do usuwania łuseczek naskórka, mieszających się z brudem. W celu zabezpieczenia skóry, a stąd i całego ciała od szkodliwego wpływu zbyt wielkich zmian temperatury, nosi człowiek odzież, która nie powinna być na ogół zbyt ciężka, ale też niezbyt lekka w porze chłodnej. Hartowanie ciała na zmiany temperatury jest zdrowe, ale przesada w tym kierunku może być bardzo dla zdrowia zgubna, zwłaszcza u dzieci. Niejeden też przypłacił życiem kąpanie się n. p. w bardzo zimnych potokach, albo w dni chłodne zbyt wczesną wiosną lub późną bardzo jesienią. Wogóle zbyt zimnych kąpieli nie należy używać bez pozwolenia lekarza.

Obok czystości skóry dbać należy o czystość włosów i paznokci. Pod wystającemi częściami paznokci gromadzi się często brud, a w nim nieraz mają siedlisko drobnoustroje chorobotwórcze; to też najlepiej krótko ścinać paznokcie i czyścić je codziennie szczotką w wodzie z mydłem.

J) Narządy rozrodcze.

Wszystkie narządy ciała, które wyżej opisaliśmy, a więc szkielet, mięśnie, układ nerwowy, narządy zmysłowe, układy trawienia, krążenia, oddychania i wydzielania, służą do utrzymania życia osobnika. Ale istnieją jeszcze inne narządy, których wyłącznem zadaniem jest utrzymanie gatunku czyli przedłużenie życia w szeregu pokoleń.

Są to narządy rozrodcze. Zdolność rozmnażania się człowieka i zwierząt, to jedno z najbardziej zastanowienia godnych zjawisk.

Czyż nie jest godnem podziwu to, że z maleńkiej, zaledwie okiem dostrzegalnej komórki jajowej rozwija się tak wielce skomplikowany organizm ze wszystkiemi tysiącznemi częściami, które tak cudowną, harmonijną stanowią całość? Zjawisko rozmnażania się, wytwarzania nowych ustrojów potomnych, jest warunkiem bytu całej ludzkości, całego świata organicznego.

W całym niemal świecie organicznym, a więc i w rodzaju ludzkim, występują dwie różne płci, a każda spełnia inną rolę w doniosłym akcie rozmnażania. U obu płci najważniejszymi narządami rozrodczymi są gruczoły rozrodcze czyli gonady, w liczbie jednej pary: u płci męskiej zwane jądrami (*testes*), u płci żeńskiej jajnikami (*ovaria*). Gruczoły te wytwarzają liczne komórki rozrodcze, które wydostają się z nich odpowiednimi przewodami.

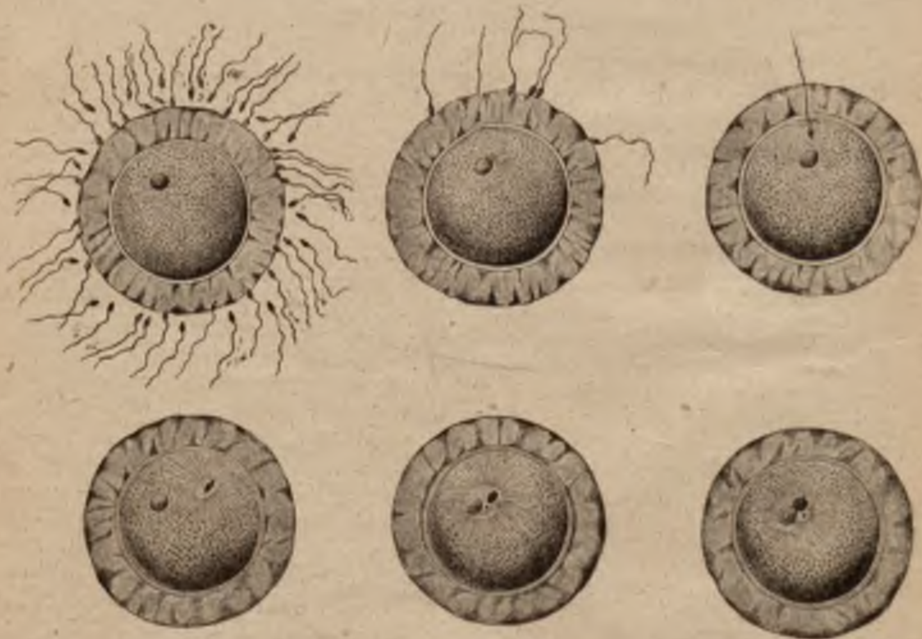
W jądrach tworzą się miliony bardzo drobniutkich komóreczek, zwanych plemnikami (*spermatoza*), w jajnikach zaś powstają komórki większych rozmiarów, ale nie tak liczne, zwane komórkami jajowemi (*ova*). Plemnik czyli komórka płciowa męska, widziana w silnem powiększeniu mikroskopowem, składa się z t. zw. główki, w skład której wchodzi głównie chromatyna jądra komórkowego, oraz z długiej nici protoplazmatycznej, która za życia wykonywa szybkie ruchy falowe tak, że plemnik posiada zdolność energicznego poruszania się. Komórka płciowa żeńska czyli jajowa jest znacznie większa od plemnika, u ssaków jej średnica dosięga 0·2 mm; jest ona kulista, posiada błonę zewnętrzną i zawiera protoplazmę oraz jądro z jąderkiem; prócz tego w protoplazmie znajdują się błyszczące ziarenka żółtkowe, stanowiące zapasowy, odżywczy materyał dla zarodka, który ma się z jaja rozwinąć.

W jajnikach, które są ukryte wśród trzew jamy brzusznej, jajeczka czyli komórki jajowe mieszczą się w szczególnych pęcherzykach (pęcherzyki Graafa), a gdy komórka ta dojrzewa, ów pęcherzyk pęka, uwalniając ją. Jajeczko dostaje się wówczas do jednego z dwu przewodów, zwanych jajowodami (*oviductus*), których ujścia znajdują się tuż obok jajnika odpowiedniej strony. Oba zaś jajowody łączą się pośrodku w mięsisty worek maciczny (*uterus*), w jamie brzusznej położony, do którego dojrzałe jajeczko przenika i w którem może się rozwinąć. Ażeby jednak rozwój komórki jajowej mógł się rozpocząć, musi ona koniecznie przedtem być zapłodniona czyli musi połączyć się z plemnikiem. Plemnik poprzez cienką błonę jajeczka przenika do jego wnętrza, a główka jego (jądro) zlewa się wówczas z jądrem komórki jajowej. Takie zapłodnione jajeczko ma zdolność wytwarzania drogą ciągłego podziału dziesiątek, setek, tysięcy i milionów komórek potomnych, z których buduje się ciało zarodka.

U wielu zwierząt, n. p. szkarłupni, ryb, płazów, zapłodnienie odbywa się na zewnątrz ciała ustroju. Samica ryby n. p. składa do wody liczne jajeczka czyli ikrę, samiec

zaś wytwarza t. zw. mleczko, białawą ciecz, zawierającą miliardy plemników, którą wyrzuca do wody; w wodzie też pojedyncze plemniki łączą się z pojedynczemi jajeczkami i w ten sposób odbywa się zapłodnienie (ryc. 73.). U ssaków natomiast, jak i u wielu innych ustrojów, plemniki muszą dostać się do ustroju samic i tutaj dopiero odbywa się zapłodnienie.

Ponieważ, jak powiedziano już wyżej, czynności płciowe mają na celu nie podtrzymywanie życia danego osobnika, lecz stwarzanie nowego życia, dlatego też mogą one być



Ryc. 73. **Proces zapłodnienia jaja u szkarłupni.** W górnym szeregu na rysunku pierwszym przedstawione liczne plemniki otaczające jaje, na następnym rysunku tegoż szeregu jeden plemnik przebija błonę jaja; na trzecim widać, jak ten plemnik przeniknął główką swą do plazmy jajowej. W dolnym szeregu widać, jak oba jądra, mianowicie jajowe oraz plemnikowe coraz bardziej się ku sobie zbliżają, by wkońcu zlać się z sobą. (Pod mikroskopem.)

spełniane bez większej szkody dla tego osobnika tylko wówczas, gdy on sam jest już zupełnie dorosły i dojrzały.

Z czynnościami rozrodczemi, odgrywającemi w całym świecie zwierzęcym ogromnie doniosłą rolę, wiążą się ściśle liczne inne czynności i instynkty. Tu należy przedewszystkiem pieczołowitość rodziców względem swych jaj i młodych, nieraz iście zadziwiająca. Motyle n. p. znoszą swe jaja na ściśle określone rośliny, któremi mają się żywić ich gąsienice; pewne muchy i grabarze składają jaja na trupy zwierząt kręgowych i zapewniają gąsienicom swym obfite pożywienie; pewne owady osowate znoszą jaja do ciała innych żywych owadów (n. p. gąsieniczniki), lub też składają do gniazd podziemnych, obok jaj, zapasy pokarmowe dla swych młodych, w postaci żywych, lecz przez nakłucie ubezwładnionych innych owadów (n. p. grzebacze); pszczoły i mrówki okazują swemu potomstwu pieczołowitość niezwykłą. Z pośród ryb n. p. różanka powierza swe jaja skrzelom małża skójki, gdzie doskonałą znajdują ochronę, ciernik buduje kunsztowne gniazdko w wodzie i broni zaciekle młodych. Z pośród płazów samiec położnika owija skrzek (ikrę) dokoła swych nóg tylnych, grzbietoród dźwiga skrzek na grzbiecie swym aż do wylęgu. Jaszczórki i liczne węże okazują też pieczołowitość jajom swym. Ptaki ścielą nader kunsztowne gniazda dla jaj i piskląt i z wielką pieczołowitością karmią bezbronne pisklęta, a różne ssaki okazują niezwykłą miłość macierzyńską swoim młodym.

III.

PRZEGLĄD ŚWIATA ZWIERZĘCEGO.

Pojęcie układu.

W przyrodzie widzimy liczne osobniki zwierzęce i roślinne. Wszystkie takie osobniki, które mają liczne wspólne właściwości, stanowią gatunek (*species*). Powiadamy więc n. p., że wszystkie osobniki psów, jako istoty posiadające bardzo wiele wspólnych znamion, tworzą gatunek psa domowego. Porównywając atoli różne osobniki gatunku, widzimy, że niektóre ich grupy różnią się od innych pewnemi właściwościami: jedne psy są krępe i mają sierść wełnistą, inne posiadają bardzo wiotką budowę i wydłużony pysk, jeszcze inne mają długi tułów o nader krótkich i wykrzywionych odnóżach i t. d. Otóż te różnorodne grupy oznaczamy nazwą odmian albo ras (*varietates*) i powiadamy, że do gatunku psa domowego (*Canis familiaris*) należą różne odmiany: pudle, charty, jamniki, dogi, wyżły i t. d. Porównywając dalej różne gatunki, znajdujemy, że niektóre z nich posiadają wiele właściwości wspólnych, te więc łączymy razem w jeden rodzaj (*genus*). Tak n. p. gatunki: pies domowy (*Canis familiaris*), lis (*Canis vulpes*), wilk (*Canis lupus*), szakal (*Canis aureus*), łączymy w jeden rodzaj psa (*Canis*). Każdy rodzaj oznaczamy nazwą łacińską — rodzajową, gatunki zaś należące do danego rodzaju oznaczamy nazwą złożoną z dwu wyrazów, z których jeden oznacza rodzaj, drugi gatunek. Gdy więc n. p. lisa nazywamy *Canis vulpes*, widać z tego od razu, że należy on do rodzaju psa. Obok nazwy łacińskiej umieszczamy zwykle w skróceniu (zazwyczaj tylko pierwszą literę) nazwisko uczonego, który pierwszy daną nazwę wprowadził. N. p. piszemy *Canis familiaris L*; litera *L* oznacza Linneusza, autora, który dał nazwę odnośną.

Pokrewne rodzaje łączymy w jedną rodzinę (*familia*), n. p. rodzaj psa należy do rodziny psów (*Canidae*), rodzaj kota (*Felis*) do rodziny kotów (*Felidae*). Z kolei pokrewne rodziny stanowią jeden wspólny rząd (*ordo*). N. p. rodziny psów, kotów, niedźwiedziowatych, łasicowatych i niektóre inne tworzą wspólny rząd drapieżców (*Ferae*). Rzędy łączymy we wspólną gromadę czyli klasę (*classis*). N. p. wszystkie rzędy małp, nietoperzy, drapieżców, płytwonogów i t. d. stanowią gromadę ssaków (*Mammalia*). Wreszcie gromady łączy się w zworza czyli typy (*typus*). Tak n. p. gromady ssaków, ptaków, gadów, płazów i ryb tworzą typ kręgowców (*Vertebrata*). A więc świat zwierzęcy dzielimy na typy, typy na gromady, gromady na rzędy, rzędy na rodziny, rodziny na rodzaje, rodzaje na gatunki.

Podział czyli klasyfikacya zwierząt, inaczej układ (system), dąży do ugrupowania świata zwierzęcego w sposób jak najbardziej naturalny,

t. zn. według stopni wzajemnego pokrewieństwa poszczególnych grup. Jeżeli pewne formy zwierząt wykazują pewne wspólne znamiona w budowie anatomicznej, wówczas łączymy je we wspólne grupy. Im mniej jest znamion pokrewieństwa, tem obszerniejsze i ogólniejsze są same grupy i naodrót także, im więcej ich jest, im większych tyczą się szczegółów, tem mniejsze i ciaśniejsze są odnośne grupy klasyfikacyjne. W ugrupowaniu świata zwierzęcego oddaje systematyce bardzo wielkie usługi anatomia i embryologia porównacza. Pierwsza z tych nauk, porównywając ze sobą narządy rozmaitych grup zwierzęcych, wykazuje, że pewne z nich przy zachowaniu tego samego planu budowy rozwijają się z postaci prostych w corazto bardziej złożone. Takie narządy, które u rozmaitych grup zwierzęcych odpowiadają sobie budową, położeniem i rozwojem, nazywamy narządami homologicznymi. Anatomia porównawcza poszukuje zatem homologii organów. Embryologia bada rozwój jakiegoś ustroju od jaja aż do formy dojrzałej. Porównywając zaś rozwój osobnikowy (ontogenia) rozmaitych gatunków lub grup, stwierdza, że w rozwoju badanego zwierzęcia lub grupy występują zarodki o budowie, odpowiadającej dojrzałej organizacyi zwierząt niższych, czyli, że zwierzęta w rozwoju osobnikowym powtarzają pewne stadya rozwojowe swego rodu (filogenia). Tok dalszej nauki da nam na to cały szereg dowodów.

Odróżniamy następujące najważniejsze typy czyli zworza zwierzęce: 1) Kręgowce (*Vertebrata*), 2) Osłonice (*Tunicata*), 3) Mięczaki (*Mollusca*), 4) Mięczakowate (*Molluscoidea*), 5) Stawonogi (*Arthopoda*), 6) Pierścienice (*Annelides*), 7) Czerwiochowate (*Scolecida*), 8) Szkarłupnie (*Echinodermata*), 9) Żebropławy (*Ctenophora*), 10) Jamochłonne (*Coelenterata*), 11) Pierwotniaki (*Protozoa*).

Typ. I. KRĘGOWCE (Vertebrata).

Charakterystyczną cechą anatomiczną kręgowców jest obecność szkieletu wewnętrznego, chrząstkowego lub kostnego. Część osiową szkieletu stanowi kręgosłup, który na przodzie graniczy z czaszką; w związku z nim znajdują się żebra oraz po części także utwory szkieletowe dwu par kończyn: przednich i tylnych.

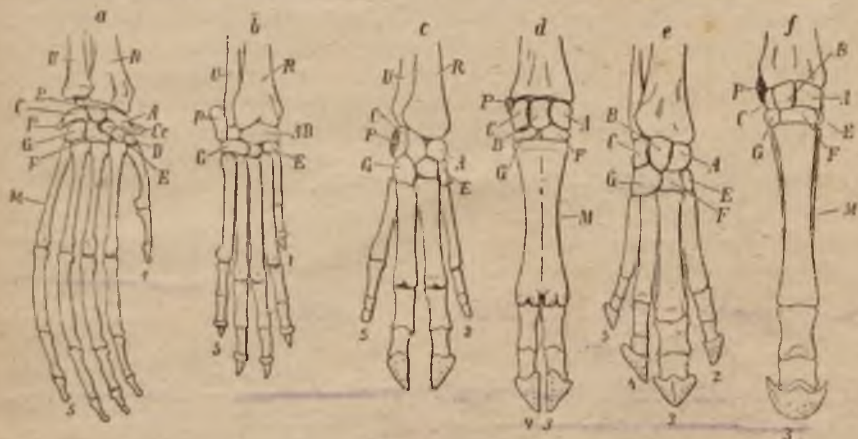
U najniższego kręgowca, lancetnika (*Amphioxus lanceolatus*), zaliczanego do najprostszych ryb, szkieletem jest pręcik sprężysty, ciągnący się wzdłuż grzbietowej strony ciała, zwany struną grzbietową (*chorda dorsalis*). Czaszki, kręgów ani też żadnych innych części szkieletu niema tu jeszcze. U innych kręgowców struna grzbietowa występuje wprawdzie u zarodka, lecz u form dojrzałych ulega ona coraz większemu zanikowi w miarę tego, jak dokoła niej rozwijają się kręgi, które ją stopniowo wypierają. U wielu ryb, n. p. u szczupaka, można jeszcze zobaczyć na granicy każdych dwu trzonów kręgowych dwuwklęsłych wyraźne masy galaretowate, będące resztkami struny. U ptaków i ssących struna całkowicie zanika u osobników dojrzałych, lecz u ich zarodków doskonale jest rozwinięta.

Przechodząc od ryb do płazów, gadów, ptaków, zwierząt ssących, widzimy, że szkielet ulega coraz większemu zróżnicowaniu i komplikacyi. U ryb wzdłuż całego kręgosłupa przymocowane są żebra (ości) do kręgów; niema tu jeszcze zróżnicowania kręgosłupa na poszczególne okolice.

U płazów odróżniamy już w kręgosłupie okolicę krzyżową, gdzie do kręgów przytwierdzają się kości biodrowe, oraz okolicę ogonową. Wyższy stopień zróżnicowania znajdujemy u gadów i ptaków. U ssaków wreszcie kręgosłup jest zróżnicowany na okolicę szyjną, piersiową (gdzie znajdują się żebra), lędźwiową, krzyżową (gdzie z kręgosłupem zrastają się kości biodrowe miednicy) i wreszcie ogonową; tu więc anatomiczne zróżnicowanie kręgosłupa jest największe.

U lancetnika niema jeszcze, jak powiedzieliśmy, ani czaszki, ani szkieletu odnóży. U wszystkich innych kręgowców, które posiadają głowę, istnieje także czaszka, przyczem u niższych ryb, u spodoustych (żarłaczy), czaszka, jak zresztą i inne części szkieletu, jest chrząstkowa. U wyższych dopiero ryb (kostnoszkieletowych) szkielet jest przeważnie kostny i taki też jest u wszystkich innych kręgowców, przyczem im wyższa jest gromada, tem mniej znajdujemy części chrzęstnych, a więcej kostnych.

U ryb odnóża przedstawiają się jako przednia i tylna para płytw (piersiowych i brzusznych), których szkielet jest bardzo prosty; składa się on z łuku chrzęstnego lub kostnego, ukrytego w mięśniach, oraz z szeregu osadzonych na nim promieni. U wyższych dopiero kręgowców, począwszy od płazów, kończyny są należycie rozwinięte, jako przednia i tylna para odnóży chodowych; pierwsza jest u ptaków przekształcona w skrzydła, u małp i człowieka w ręce. Kończyny przednie i tylne, po-



Ryc. 74. **Szkielet dolnej części kończyny przedniej:** *a* — orangutana, *b* — psa, *c* — świni *d* — bydła, *e* — tapira, *f* — konia. *R* — szprycha, *U* — łokieć, *A* — kostka łódkowata, *B* — księżycowata, *C* — trójgraniasta, *D* — trapezoidalna, *F* — główkowata, *G* — haczykowata, *P* — groszkowata, *Cc* — środkowa napięstka, *M* — dłoń; cyfry *1* do *5* oznaczają kolejne palce.

cząwszy od płazów, składają się wszędzie z tych samych zasadniczych części, co u człowieka, są one tylko u różnych grup rozmaicie zmienione. A mianowicie: wszędzie kończyna przednia składa się z pasa barkowego (łopatkowo-obojczykowego) oraz z kości ramieniowej, dwu kości przedramiennych, napięstka, dłoni i palców; kończyna zaś tylna — z pasa miednicowego, kości udowej, dwu kości podudowych, nastopka, stopy i palców. Najczęściej palców jest pięć, niekiedy zaś mniej. Zanik palców dokonywa się w następującym porządku: naprzód zanika palec 1., potem 5., z kolei 2., dalej 4., a gdy pozostaje jeden tylko palec, to jest nim 3. (ryc. 74). Niektóre kręgowce, n. p. węże, przystosowawszy się do pełza-

nia po ziemi całem ciałem, utraciły odnóża. U niektórych wężów zachowały się szczątki tylnych odnóży, ukryte w mięśniach.

Skóra zwierząt kręgowych składa się wszędzie, podobnie jak u człowieka, z dwu warstw: powierzchownej czyli naskórka, oraz głębiej leżącej czyli skóry prawdziwej. U ryb naskórek zawiera bardzo wiele jednokomórkowych gruczołów, przeważnie śluzowych, przez co skóra ich jest zawsze wilgotna, pokryta śluzem, w skórze zaś właściwej ryb wytwarzają się łuski. U płazów, n. p. u żaby lub traszki, skóra jest naga, lecz również wilgotna, ponieważ zawiera liczne, wielokomórkowe gruczoły. U gadów naskórek wytwarza często zrogowaciałe łuski lub tarczki (jaszczórki, węże), często istnieją u nich w skórze także tarcze kostne (żółwie, krokodyle). U ptaków naskórek wytwarza puch i pióra, u zwierząt ssących włosy. Paznokcie, pazury, kopyta, pochwy dziobów oraz rogi, napotykane po części u ptaków, po części u ssaków albo też u gadów, są rogowymi wytworami naskórka. U ssaków istnieją gruczoły łojowe i potowe, których niema u innych kręgowców.

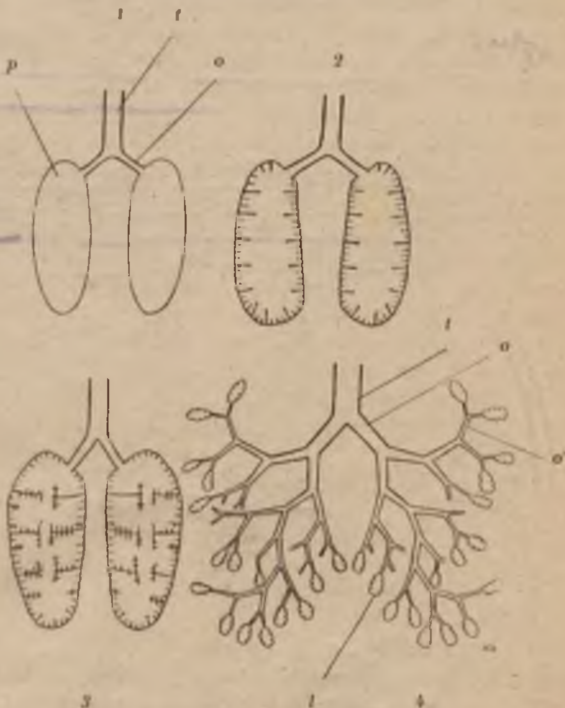
Przewód pokarmowy kręgowców składa się wszędzie z tych samych części zasadniczych: jamy ust, przełyku, żołądka, jelita cienkiego i grubego; z gruczołów napotykamy wszędzie wątrobę i trzustkę, nadto u najwyższych kręgowców znajdujemy gruczoły ślinowe (3 pary). U zarodka zwierząt ssących jama nosowa i ustna początkowo tworzą jedną wspólną jamę, otwierającą się na zewnątrz; dopiero w miarę rozwoju wytwarza się przegroda podniebienia, odgraniczająca przyszłą jamę nosową od ostatecznej jamy ust. Otóż te stadya w rozwoju osobnikowym przypominają stadya rodowe, albowiem u ryb i płazów niema jeszcze podniebienia, ich obszerna jama ust odpowiada tu wspólnej jamie nosowoustnej u zarodka ssaków. U gadów istnieje już podniebienie twarde, oddzielające jamę ust od jamy nosowej, ale jest ono jeszcze zwykle niezupełne tak, że pośrodku podniebienia znajduje się obszerna szczelina, przez którą jama ust łączy się z nosową. Nawet u ptaków istnieją jeszcze ślady tego połączenia, a dopiero u ssaków podniebienie całkowicie już oddziela obydwie jamy, które osobno otwierają się na przodzie, a w tyle uchodzą do gardzieli.

Podobnie też w końcowej części przewodu pokarmowego widzimy pewne zróżnicowanie tak w rozwoju osobnika, jak i rodu. Polega ono głównie na tem, że u zarodków zwierząt ssących istnieje początkowo t. zw. stek (*cloaca*) czyli wspólna jama, uchodząca jedynym otworem na zewnątrz i do tejto jamy otwierają się: jelito odbytowe, jako też przewody moczopłciowe. Później dopiero stek ten zostaje podzielony przegrodą na dwie części, wskutek czego jelito odbytowe, jako też przewody moczopłciowe otrzymują własne, osobne ujścia na zewnątrz. Otóż u większej części niższych kręgowców istnieje przez całe życie taki stek; także u ptaków oraz najniższych ssaków (u stekowców) jelito odbytowe i przewody moczopłciowe uchodzą do wspólnego steku, z którego prowadzi jedyny otwór na zewnątrz. Natomiast u wyższych ssaków istnieją już u dorosłych osobników samoistne ujścia jelita odbytowego oraz przewodów moczopłciowych.

Narządy oddechowe u ryb występują w postaci skrzel, różnie umieszczonych. Mianowicie: albo mieszczą się wewnątrz kilku par kieszonek (skrzelowych), z jednej strony uchodzących szczelinami na zewnątrz tuż poza głową z boków ciała, z drugiej zaś strony do przełyku, n. p. u żarłaczy; albo skrzela są umieszczone na kilku parach łuków

chrzęstnych, ukrytych w dwu bocznych jamach tuż poza głową, które są zasłonięte z zewnątrz ruchomą pokrywką (*operculum*), n. p. u ryb kostnoszkieletowych. Same skrzela są to grzebykowate, mocno czerwone, bo obficie unaczynione twory miękkie; pomiędzy krwią zawartą w naczyniach skrzel a powietrzem rozpuszczonem w wodzie odbywa się poprzez delikatne ścianki skrzelowe ustawiczna wymiana gazów, warunkująca oddychanie.

Płazy oddychają skrzelami tylko w wieku młodocianym, n. p. głowacze czyli kijanki żab, traszek. Później tracą skrzela i oddychają już zapomocą płuc. Niektóre tylko płazy, t. zw. trwałoskrzelne, n. p. żyjący w grotach Krainy odmieniec (*Proteus*), posiadają przez całe życie skrzela i płuca. Pod tym względem podobne są do nich ryby dwudyszne (*Dipnoi*), stanowiące przejście od ryb do płazów. Gady, ptaki i ssące posiadają już tylko płuca. Jakkolwiek u zarodka tych zwierząt nie rozwijają się skrzela, niemniej przeto istnieją u zarodka szczeliny skrzelowe czyli kieszonki boczne w szyjnej okolicy ciała, uchodzące z jednej strony na zewnątrz, z drugiej do gardzieli i przypominające żywo takie same kieszonki u żarłaczy. U zarodka tych kręgowców są nadto rozwinięte pomiędzy owemi kieszonkami chrzęstne łuki skrzelowe, które w ciągu dalszego rozwoju embryonalnego po części zanikają, po części zaś przekształcają się w drobne kostki słuchowe (młotek, kowadełko i strzemię) oraz w kostkę podjęzykową czyli gnykową, do której przymocowana jest nasada języka. Te szczątkowe łuki skrzelowe u zarodka wyższych kręgowców odpowiadają u ryb ostatecznym łukom skrzelowym, które istnieją tu przez całe życie i służą do podtrzymywania osadzonych na nich skrzel.



Ryc. 75. **Schematy budowy płuc u coraz wyższych kręgowców**: *1*, *2* — u płazów, *3* — u gadów, *4* — u ssaków. *t* — tchawica, o — oskrzela, *p* — płuca, o' — drobne oskrzela, *l* — lejkowate zakończenia oskrzelików z zatoczkowemi wypuklinkami na ściankach. (Oryg.)

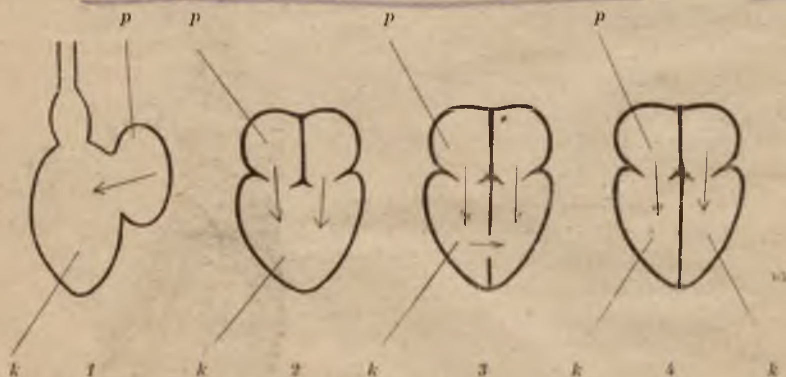
Krtań i płuca kręgowców ulegają też u coraz wyższych gromad coraz większej komplikacyi w budowie. U płazów, n. p. u traszki, nie wszystkie jeszcze chrząstki krtani są należycie wykształcone. Krótka tchawica rozdwaja się w tyle na dwa krótkie oskrzela (ryc. 75., *1*, *2*), prowadzące do dwu woreczkowatych płuc, o gładkiej często powierzchni. U gadów płuco jest również woreczkiem, ale wewnętrzna jego powierzchnia posiada listewki wyższe i niższe (ryc. 75., *3*), które odgraniczają

liczne zagłębienia na ścianie płuc. Jeszcze większą złożoność w budowie organów oddechowych znajdujemy u ptaków i ssących. Przedewszystkiem są tu lepiej wykształcone chrząstki krtaniowe. Tchawica rozdwaja się na oskrzela, które dzielą się na coraz cieńsze gałązki. U ptaków rozgałęzienia drugorzędne są ułożone prawidłowo po bokach każdego głównego przewodu oskrzelowego, u ssących zaś oskrzela rozgałęziają się drzewiasto (ryc. 75., *4*) na coraz liczniejsze i cieńsze oskrzeliki, zakończone lejkowatemi gronkami pęcherzyków płucnych, jak u człowieka. U ptaków organ głosu mieści się na końcu tchawicy, w miejscu gdzie rozdwaja się ona na dwa główne oskrzela; u ssących natomiast, jak u człowieka, narząd głosowy mieści się w krtani (struny głosowe).

Układ krążenia składa się u wszystkich kręgowców z narządów krążenia krwi, t. j. z serca i naczyń krwionośnych (tętniczych, żylnych i włoskowatych), oraz układu limfatycznego (gruczołów i naczyń limfatycznych).

Budowa serca znacznie różni się u rozmaitych kręgowców. U najniższego kręgowca, lancetnika, niema jeszcze wcale serca; krew krąży tu w naczyniach zamkniętych, które kurcząc się rytmicznie, powodują jej ruch.

U ryb serce składa się z jednego przedsionka i jednej komory (ryc. 76., *1*), przyczem zawiera tylko krew ciemno-czerwoną; odpowiada więc



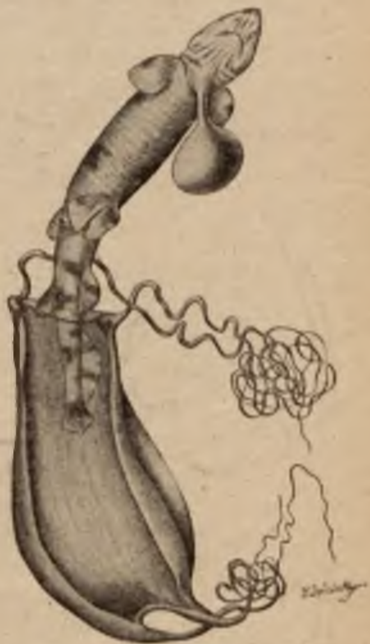
Ryc. 76. Schematy budowy serca u coraz wyższych kręgowców; *1* — ryb, *2* — płazów, *3* — gadów, *4* — ptaków i ssących. *p* — przedsionki, *k* — komory. (Oryg.)

niejako prawej tylko połowie serca ludzkiego. Krew ciemno-czerwona, powracająca z ciała, wstępuje do przedsionka, stąd przenika do komory, a z niej przez pień tętniczy wypływa do kilku par łukowatych naczyń, na które pień ten jest podzielony. Z tych naczyń łukowatych przechodzi do naczyń włoskowatych odpowiednich skrzel, gdzie się utlenia i jako jasno-czerwona powraca ze skrzel innemi znów naczyniami łukowatemi, które łączą się w jedno większe naczynie — aortę. Ostatnia dzieli się na liczne tętnice, które rozprowadzają krew po całem ciele. Przez naczynia włoskowate krew ta dostaje się do pni żylnych, którymi znów jako ciemno-czerwona powraca do serca.

W dziedzinie narządów krążenia powtarza się zjawisko podobne jak w wielu innych narządach, a mianowicie: u zarodka człowieka i zwierząt ssących stosunki krążenia przypominają z początku te, jakie istnieją u ryb. Serce bowiem zarodka ssaków składa się początkowo z jednej tylko komory i jednego przedsionka, a wybiegający z serca pień tętniczy

dzieli się na kilka łukowatych naczyń, odpowiadających wyżej wspomnianym łukowatym naczyniom skrzelowym ryb.

U płazów (ryc. 76., *2*) serce składa się z dwu przedsionków, prawego i lewego, oraz jednej komory; krew ciemno-czerwona powraca żyłami do prawego przedsionka, a krew jasno-czerwona powraca z płuc do lewego przedsionka, podobnie jak u człowieka. Lecz we wspólnej, komorze serca krew ciemno- i jasno-czerwona mieszają się z sobą i dlatego krew wypływająca z serca do aorty, która z tej komory wybiega, jest krwią mieszaną. U gadów (ryc 76., *3*) istnieją także dwa przedsionki i jedna komora, lecz ostatnia jest podzielona zapomocą niezupełnej, bo pośrodku przedziurawionej przegrody na dwie połowy; i tu więc zachodzi mieszanie się w sercu krwi jasno- i ciemno-czerwonej, ale już w stoniu mniejszym niż u płazów. U krokodyla przegroda jest zupełna. U ptaków i ssących (ryc. 76., *4*), jak u człowieka, serce składa się z dwu przedsionków i dwu komór, a przegroda między prawą połową, zawierającą krew ciemno-czerwoną i lewą, zawierającą krew jasno-czerwoną, jest zupełna.



Ryc. 77. Zarodek żarłacza, opatrzony pęcherzem żółtkowym, wystający ze skorupy jaja. (Oryg.)

Ryby, płazy i gady są zwierzętami zimno-krwistemi, to znaczy, że ciepłota ich ciała jest zmienna, zależna od temperatury otaczającego środowiska. Natomiast ptaki i ssące są ciepłokrwiste, to znaczy, że posiadają stałą ciepłotę ciała, niezależną od temperatury otoczenia.

U wszystkich kręgowców istnieją narządy **wydzielnicze** czyli nerki i ich przewody oraz **narządy rozrodcze** męskie, względnie żeńskie.

Ryby rozmnażają się zapomocą jaj znoszonych do wody (ikra); po większej części przeobrażeniom nie ulegają, to znaczy, że młode ich są podobne do rodziców; tylko początkowo, t. j. wkrótce po wylęgnięciu się z jaj, różnią się od dorosłych tem, że posiadają pęcherzyk żółtkowy na brzusznej stronie ciała (ryc. 77.), który zanika w miarę, jak żółtko, stanowiące pożywienie dla młodocianej formy, ulega wessaniu. Płazy również składają jaja, ale młode ich (kijanki czyli głowacze) po większej części różnią się od dorosłych przez to, że opatrzone są skrzelami, zapomocą których oddychają w wodzie; u płazów bezogonowych, n. p. żab lub ropuch, głowacze posiadają ogon, który później tracą. U niższych płazów skrzela zachowują się także u form dorosłych, u wyższych zaś całkiem zanikają, a zwierzę dorosłe oddycha wyłącznie płucami. Płazy podlegają więc w swym rozwoju pozarodkowym przeobrażeniu.

Gady i ptaki są również jajorodne; jaja ich zawierają wiele żółtka odżywczego, a w rozwoju pozarodkowym nie podlegają przeobrażeniu. Wreszcie ssaki są żyworodne, t. j. rozwijają się z jaj, pozostających przez cały czas rozwoju zarodka w łonie ustroju macie-

rzystego; jako młode karmią się mlekiem. Tylko najniższe ssaki z rzędu stekowców (*Monotremata*) składają jaja podobne do jaj gadzich; młode, wylęgające się z tych jaj, są bardzo maleńkie i niedołężne, żywią się mlecznym płynem gruczołów sutkowych matki.

Kręgowce dzielą się na pięć gromad następujących:

1) Ssaki (*Mammalia*). 3) Gady (*Reptilia*).
2) Ptaki (*Aves*). 4) Płazy (*Amphibia*).
5) Ryby (*Pisces*).

Poniższa tablica wykazuje zasadnicze różnice pomiędzy temi gromadami.

Kręgowce (*Vertebrata*)	Oddychają wyłącznie zapomocą płuc. Serce o dwu komorach i dwu przedsionkach.	Potylica opatrzona (jak u człowieka) dwoma guzami stawowymi. Istnieją gruczoły mleczne (sutki). Ciepłokrwiste, owłosione.		Ssące (*Mammalia*).
		Potylica opatrzona jednym tylko guzem stawowym. Brak gruczołów mlecznych.	Ciepłokrwiste, upierzone.	Ptaki (*Aves*).
			Zimnokrwiste. Skóra pokryta łuskami naskórkowemi.	Gady (*Reptilia*).
	Oddychają zapomocą skrzel przez całe życie lub w młodości. Serce o dwu przedsionkach i jednej komorze lub o jednym przedsionku i jednej komorze.	W wieku dojrzałym oddychają płucami (u niższych form zachowują się także skrzela). Serce o dwu przedsionkach i jednej komorze. Skóra naga. Szkielet przeważnie kostny.		Płazy (*Amphibia*).
		Oddychają przez całe życie skrzelami. (Tylko u ryb dwudysznych istnieją także płuca). Serce zwykle o jednym przedsionku i jednej komorze. Zwykle łuski w skórze właściwej. Szkielet kostny lub chrząstkowy.		Ryby (*Pisces*).

Gromada I. SSĄCE (Mammalia).

Zwierzęta ciepłokrwiste, oddychające zapomocą płuc, zwykle owłosione, posiadają gruczoły mleczne czyli sutki, są żyworodne z wyjątkiem stekowców; potylica zestawia się z pierwszym kręgiem (dźwigaczem) zapomocą dwu kłykciów potylicznych, serce dwukomorowe i dwuprzedsionkowe.

Uwłosienie stanowi bardzo charakterystyczną właściwość wszystkich prawie ssaków; stosownie do grubości i gęstości włosów odróżniamy puch, sierść, szczecinę lub kolce. Niektóre tylko ssaki, n. p. walenie, są nieowłosione.

Końcowe człony palców u ssaków uzbrojone są w **paznokieć**, **pazur** lub **kopyto**, utwory rogowe, które podobnie jak włosy są produktem naskórka.

Paznokieć tworzy cienką płytkę, z wierzchu tylko okrywającą człon palcowy. Pazur jest dłuższy od paznokcia, silniejszy, zakrzywiony łukowato i otacza człon palcowy z wierzchu i z boków. Kopyto wreszcie

stanowi rodzaj puszki, która otacza końcowy człon palcowy ze wszystkich stron, wyjąwszy powierzchnię stawową, łączącą go z członem przedostatnim (ryc. 78.). U wielu ssaków naskórek wytwarza nadto pochwy rogów, a także odciski rogowe na skórze, n. p. u wielbłąda.

Bardzo charakterystyczne dla ssaków są **zęby**. Każdy ząb zwierzęcy składa się z tych samych zasadniczych części, co i ząb ludzki. A więc odróżniamy korzeń osadzony w zębodole i koronę swobodnie wystającą. Korzeń i korona są utworzone z istoty twardej, zwanej zębiną czyli dentyną; korona powleczona jest nadto twardą blaszką szkliwa czyli emalii, a korzeń cementem. Wewnątrz zęba jest jama, w której mieści się miękka miazga (*pulpa*), obficie unaczyniona i unerwiona. Podobnie jak u człowieka, rozróżniamy zęby przednie czyli sieczne albo siekacze (*dentes incisivi*), kły (*d. canini*) i zęby trzonowe (*d. molares*). Wszelako tak w budowie poszczególnych rodzajów zębów, jak i w liczebnych ich stosunkach znajdujemy u rozmaitych ssaków znaczne różnice, które są wielkiej doniosłości w systematyce zoologicznej. Ponieważ budowa i charakter zębów pozostają w ścisłej zależności od rodzaju pokarmu pobieranego przez dany gatunek, a z kolei rodzaj pokarmu jest w ścisłym związku z całym sposobem życia, organizacyą i obyczajami danych gatunków (zwierzęta trawożerne, owadożerne, drapieżne i wszystkożerne), rzecz przeto oczywista, że z uzębienia można wnosić o właściwościach budowy i życia danych zwierząt.



Ryc. 78. **Przecięcia podłużne przez końcową część palca**: *A* — małpy (z paznokciem), *B* — kota (z pazurem), *C* — konia (z kopytem). *n* — paznokieć, względnie pazur lub kopyto, *v* — wał paznokciowy, *s* — piętka rogowa, *b* — brzusiec.

U człowieka zęby tworzą u góry i dołu szeregi nieprzerwane. U zwierząt zaś ssących pomiędzy siekaczami a kłem u góry oraz pomiędzy kłem i zębami trzonowymi u dołu istnieje przerwa bezzębna — szrank (*diastema*).



Ryc. 79. *a*, *b* — **Zęby trzonowe zwierząt kopytnych**, o sfałdowanych koronach, *c*—**gryzoniów**. (Oryg.)


Ryc. 80. **Ząb trzonowy mamuta**. (Oryg.)

U człowieka, jak widzieliśmy, szkliwo tworzy gładką pochwę dokoła zębiny na koronie zębowej; są to zęby pojedyncze. U innych ssaków, n. p. u gryzoniów, w zębach trzonowych szkliwo tworzy fałdy zagłębione do wnętrza zębiny; są to zęby sfałdowane (ryc. 79.). Bywa i tak, że ząb składa się z wielu płytek zębiny okrytych szkliwem i zespolonych cementem, jak n. p. w zębie trzonowym słonia lub mamuta; jest to ząb składany (ryc. 80.). Kły są bardzo silnie rozwinięte u zwierząt drapieżnych, u wielu zaś roślinożerców brak ich zupełnie. Zęby trzonowe są albo tęposęczkowe, gdy na płaskiej koronie wznoszą się liczne, tępe, sęczkowate wyniosłości, n. p. u człowieka i świń, albo ostrosęczkowe, gdy te wyniosłości są zaostrzone na wierzchołkach, n. p. o uwadożerców, albo zmarszczkowe, gdy wpoprzek korony przebiegają jakby fałdki, n. p. u wielu gryzoniów, wreszcie krające, gdy korona jest ścieśniona i kończy się ostrą, nożowatą krawędzią, n. p. przednie zęby trzonowe u drapieżców.

Układ zębów u ssaków oznaczamy zapomocą następujących wzorów: u człowieka, posiadającego z każdej strony u góry i u dołu po 2 zęby przednie, po 1 kle, po 5 zębów trzonowych, wzór zębowy pisze się w ten sposób:

$$\frac{2+1+5}{2+1+5} \text{ albo: } \frac{2\,.\,1\,.\,5}{2\,.\,1\,.\,5.}$$

U bydła, u którego w górnej szczęce brak siekaczy, a w dolnej jest ich po 4 z każdej strony, brak kłów, a zębów trzonowych jest po 6 z każdej strony, wzór zębowy pisze się tak:

$$\frac{0+0+6}{4+0+6} \text{ albo: } \frac{0\,.\,0\,.\,6}{4\,.\,0\,.\,6.}$$

U większości ssaków ząb rośnie tylko do pewnego czasu; otwór bowiem prowadzący do jamy zębowej u podstawy korzenia jest bardzo wązki. Niekiedy atoli pewne zęby, n. p. siekacze u gryzoniów, są szeroko otwarte u dołu i rosną przez całe życie zwierzęcia. W zębach takich niema różnicy między korzeniem a koroną; są to zęby o nieograniczonym wzroście i zwierzę musi nimi bardzo często gryźć różne twarde przedmioty, by ścierać u góry narastające wciąż od dołu zęby. Stąd szkodliwość gryzoniów, n. p. myszy, szczurów, ogryzających ustawicznie różne przedmioty. Uzębienie, złożone ze wszystkich rodzajów zębów tak w szczęce górnej jak i w szczęce dolnej, nazywamy uzębieniem zupełnem, w przeciwnym wypadku — niezupełnem.

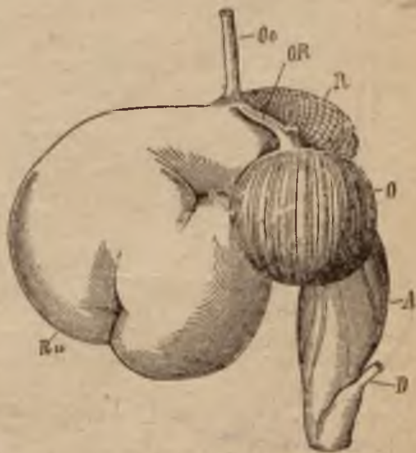
Jedne ssaki stąpają całą podeszwą czyli stopą (stopochody), inne zaś dotykają ziemi tylko palcami (palcochody); u niektórych palce są do góry wzniesione tak, że tylko wierzchołki palców, pokryte kopytami, dotykają ziemi (kopytochody). Najczęściej ssaki posiadają 5 palców, niekiedy atoli istnieją cztery, trzy, dwa lub jeden tylko palec, a wiemy już w jakim zanikają porządku (1., 5., 2., 4., 3.). Jeżeli zatem zwierzę posiada cztery palce, to są nimi 2-gi, 3-ci, 4-ty, 5-ty, jeżeli trzy, są to palce 2-gi, 3-ci, 4-ty, jeżeli jeden, jak u konia, to jest nim palec 3-ci.

Szkielet zwierząt ssących składa się z tych samych części, co człowieka. Kręgów szyjnych jest wszędzie siedm (z wyjątkiem pewnego gatunku leniwca), a więc zarówno w długiej szyi żyrafy, jak i w krótkiej, krępej szyi świni. Liczba kręgów piersiowych bywa rozmaita, n. p. u konia 18, u psa 13; liczba kręgów lędźwiowych wynosi najczęściej 5—7, krzyżowych najczęściej 3—5, a ogonowych jest rozmaita, zależnie od długo-

ści ogona. U stekowców istnieje w pasie barkowym oprócz obojczyka i łopatki osobna kość krucza (*os coracoideum*), jak u ptaków, gadów i płazów; u pozostałych zaś ssaków kość ta stanowi szczątek zrośnięty z łopatką, jako wyrostek kruczodzióby albo kruczy (*processus coracoideus*). Obojczyki istnieją u tych ssaków, których kończyny przednie służą nie tylko do chodzenia, lecz i do lotu, chwytania oraz do innych złożonych czynności, a więc n. p. u małp, nietoperzy, kreta; u innych zanikają. U tych ssaków, u których liczba palców jest zredukowana, ulega też częściowemu uwstecznieniu kość łokciowa oraz piszczelowa; u konia n. p. obie te kości są bardzo słabo rozwinięte. W budowie kości głowy znajdujemy ważne różnice w porównaniu z człowiekiem i wyższemi małpami, a mianowicie: części twarzowe (pyskowe) są o wiele silniej rozwinięte niż czaszka i wystają mocno naprzód. Liczba kości głowy jest u większości zwierząt ssących znaczniejsza niż u człowieka, n. p. istnieje u nich osobna kość międzyszczękowa, w której osadzone są siekacze górne, dwie osobne kości czołowe zamiast jednej, kość międzyciemieniowa i inne, które w czaszce ludzkiej zrośnięte są z sąsiedniemi kośćmi, jakkolwiek u zarodka są wolne.

Narządy trawienia składają się u zwierząt ssących z tych samych części, co u człowieka: jamy ust, przełyku, żołądka, jelita cienkiego i grubego oraz z gruczołów (ślinianek, wątroby i trzustki). U różnych ssaków istnieją atoli dość znaczne różnice w rozwoju wszystkich tych części. Zwierzęta roślinożerne posiadają przewód pokarmowy znacznie dłuższy, niż mięsożerne; długość jego bowiem przewyższa u mięsożernych tylko kilka razy długość ciała, u roślinożerców zaś przewyższa ją aż kilkanaście do dwudziestu razy. Nadto roślinożerne mają obszerniejszy żołądek i większą średnicę kiszki grubej, a także ogromne jelito ślepe (u konia n. p. ma ono blizko 1 *m* długości). Różnice te łatwo zrozumieć. Pokarm roślinny mianowicie zawiera daleko mniej pożywnych części, aniżeli mięsny, a więc zwierzę roślinożerne musi wprowadzać do swego ustroju bez porównania większą masę pokarmu aniżeli mięsożerne; z tego wynika oczywiście, że żołądek i jelito roślinożerców muszą być obszerniejsze. Nadto pokarm zwierzęcy jest strawniejszy od roślinnego, wobec czego pokarm roślinny dłużej musi pozostawać i trawić się w przewodzie pokarmowym, niż mięsny, a stąd dłuższy i obszerniejszy musi być przewód ten u roślinożerców.

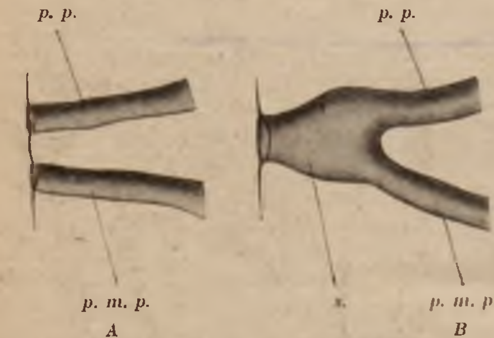
Z pośród zwierząt roślinożernych liczne parzystokopytne, n. p. wół, owca, koza, pobierają stosunkowo olbrzymie masy pokarmu, a stąd i żołądek ich jest bardzo wielki i szczególnie urządzony. Zwierzęta te nie mogą od razu należycie zżuć tak wielkiej ilości pokarmu, przeżuwają go przeto powtórnie i stąd nazwa przeżuwaczy. Żołądek ich składa się z 2 głównych oddziałów (ryc. 81.): z pierwszego, złożonego z trzech części, gdzie pokarm podlega tylko rozmiękczeniu i zwilżeniu, oraz drugiego, wła-



Ryc. 81. **Żołądek cielęcia.** *Ru* — torba czyli żwacz, *R* — sieć czyli czepiec, *O* — księga, *A* — trawieniec, *Oe* — końcowa część przełyku, *OR* — rowek przełykowy, *D* — początkowa część jelita (dwunastnicy).

ściwego oddziału trawiącego, który zawiera gruczoły wydzielające sok żołądkowy. Z trzech części pierwszego oddziału jedna, największa, zowie się **torbą**, druga, mniejsza, **czepcem**, trzecia **księgami** (dlatego, że błona śluzowa tworzy w jej wnętrzu kilkaset fałdów listkowatych, podobnych do kartek księgi). Połknięty pokarm stały przechodzi naprzód do torby i czepca; po pewnym czasie, wskutek skurczu mięsistej ściany torby, pokarm powraca do paszczy, zwierzę raz jeszcze go przeżuwa, miesza lepiej ze śliną i połyka po raz drugi. Ponieważ teraz połknięty pokarm jest płynniejszy, przechodzi on od razu poprzez szczególny rowek na ścianie czepca do ksiąg, omijając torbę; w księgach pozbywa się nadmiaru wilgoci i przenika stąd do oddziału trawiącego czyli **trawieńca**. Pokarm płynny, n. p. woda, przechodzi od razu przez rowek na ścianie czepca do ksiąg i do trawieńca, omijając torbę.

Jelito proste czyli odbytnica u wszystkich ssaków, z wyjątkiem stekowców, otwiera się bezpośrednio na zewnątrz, niezależnie od ujścia przewodów moczopłciowych; natomiast u stekowców, podobnie jak u zarodków wszystkich innych ssaków, istnieje **stek** (*cloaca*), uchodzący na zewnątrz otworem, a do steku otwierają się: odbytnica i przewody moczopłciowe (ryc. 82.).



Ryc. 82. Schemat, wskazujący, że przewód pokarmowy (*p. p.*) oraz przewód moczopłciowy (*p. m. p.*) mogą osobno otwierać się na zewnątrz (u wyższych ssaków), albo też uchodzą do wspólnego steku (*s.*), który się już na zewnątrz otwiera (n. p. u stekowców pośród ssaków oraz u ptaków, gadów, płazów i niektórych ryb).

Układ nerwowy składa się u wszystkich zwierząt ssących z tych samych zasadniczych części, co u człowieka. Najważniejsze różnice znajdujemy w rozwoju półkul mózgu wielkiego u rozmaitych ssaków. U najniższych, mianowicie u stekowców i torbaczy, spoidło wielkie, łączące obydwie półkule mózgu, jest szczątkowe, u pozostałych rzędów jest wykształcone. Dalej u niższych ssaków powierzchnia półkul mózgowych jest, jak u ptaków i gadów, gładka; u coraz wyższych form stopniowo występują brózdy i zawoje mózgowe, przez co powierzchnia półkul się powiększa. Wreszcie, gdy u niższych ssaków półkule mózgu wielkiego nie sięgają daleko wtył i nie zakrywają innych części mózgu, jak wzgórków czworaczych, móżdżku i rdzenia przedłużonego, to u stopniowo wyższych rzędów półkule coraz silniej są wykształcone, a sięgając daleko wtył, pokrywają z góry wszystkie inne oddziały mózgu, jak u małp i człowieka.

Narządy zmysłowe u zwierząt ssących są takie same, jak u człowieka. Organ węchu jest u wielu ssaków znacznie lepiej rozwinięty niż u człowieka (węszenie zdobyczy u psów myśliwskich); to samo da się powiedzieć o organie słuchu i dotyku u niektórych zwierząt ssących, n. p. u nietoperzy, które podczas lotu zręcznie omijają w ciemności wszelkie przeszkody i słyszą doskonale najdelikatniejszy brzęk owadów.

Wszystkie ssaki są **żyworodne**, z wyjątkiem stekowców (dziobak, kolczatka), które znoszą jaja stosunkowo znacznej wielkości, zawierające wiele żółtka odżywczego i pokryte błoniastą skorupą, jak u gadów. Młode w pierwszym okresie życia swego karmią się mlekiem matki.

Ssące dzielą się na następujące rzędy:

1) Naczelne (*Primates*).
2) Rękoskrzydłe (*Chiroptera*).
3) Owadożerne (*Insectivora*).
4) Drapieżne (*Carnivora s. Ferae*).
5) Płytwonogi (*Pinnipedia*).
6) Syrenowate (*Sirenia*).
7) Walenie (*Cetacea*).
8) Kopytne (*Ungulata*).
9) Gryzonie (*Glires*).
10) Szczerbaki (*Edentata*).
11) Torbacze (*Marsupiala*).
12) Stekowce (*Monotremata*).

Rząd 1. NACZELNE (Primates).

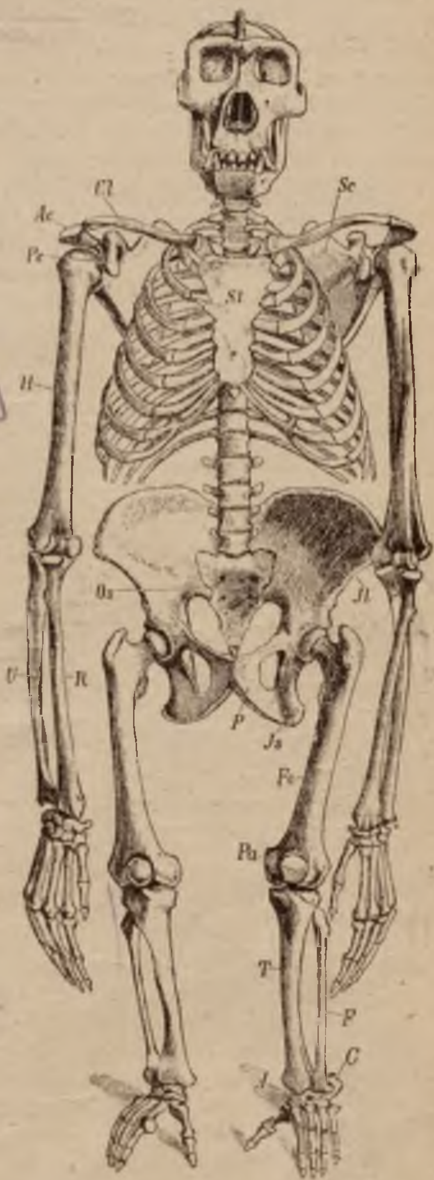
Uzębienie zupełne. Odnóża przednie i tylne posiadają po 5 palców, z których pierwszy zwykle może się przeciwstawiać innym. Palce uzbrojone po większej części paznokciami. Ze względu na budowę ciała, zalicza się tu ustrój człowieka (*Homo*), mianowicie jedyny gatunek: *Homo sapiens*, z licznemi rasami i podrasami. Co się zaś tyczy należących tu zwierząt, to te dzielą się na dwa podrzędy:

1) **Małpy** (*Simiae*). Przeważnie wszystkożerne, przystosowane do życia na drzewach. Oczodoły ograniczone od tyłu kostną przegrodą (zamknięte), siekacze dłutowate, zęby trzonowe podobne do ludzkich, ciało wiotkie, zwinne, ogon istnieje lub nie, a niekiedy jest chwytny. Odnóża przednie zwykle dłuższe od tylnych (ryc. 83.), palce odnóży przednich opatrzone paznokciami, wyjąwszy małpiatki, które są uzbrojone pazurami; palec wielki odnóży tylnych opatrzony zawsze paznokciem, pozostałe zaś mogą być uzbrojone pazurami (n. p. u małpiatek).

Małpy dzielą się na:

a) **Wązkonose** (*Catarrhina*) czyli małpy Starego Świata, o wązkiej przegrodzie nosa i otworach nosowych skierowanych naprzód.

Tu należą małpy człekokształtne, bezogonowe (*Anthropomorphae*), orangutan (*Si-*



Ryc. 83. **Szkielet goryla** (*Gorilla gina*). *St* — mostek, *Sc* — łopatka, *Ac* — wierzchołek, *Pr* — wyrostek kruczodzióby, *Cl* — obojczyk, *H* — kość ramieniowa, *R* — szprychowa, *U* — łokciowa, *Os* — krzyż, *Jl* — kość biodrowa, *Js* — kość siedzeniowa, *P* — kość łonowa, *Fe* kość udowa, *Pa* — rzepka kolanowa, *T* — kość goleniowa, *F* — kość piszczelowa, *C* — kość piętowa, *A* — kość skokowa.

mia satyrus), Borneo, szympans (*Anthropopithecus troglodytes*), Afryka środkowa, oraz goryl (*Gorilla gina*), Afryka zachodnia, do 1·5 *m* wysoki.

Dalej należy tu gibbon czyli długorąk (*Hylobates*), o bardzo długich odnóżach przednich, Sumatra, Molukki. Koty morskie (*Cercopithecidae*) z obrzmieniami skóry na pośladkach, często także z torebkami policzkowemi czyli szczególnemi wypuklinami błony śluzowej wyścielającej policzki, n. p. kotawiec zielony (*Cercopithecus sabaeus*) w Afryce wschodniej, magot (*Macacus inuus*) bezogonowy w Afryce północno-zachodniej oraz na skałach Gibraltaru; pokrewne są pawiany (*Cynocephalidae*), o pyskach silnie wydłużonych i wielkich obrzmieniach policzkowych i pośladkowych, n. p. mandryl (*Papio maimon*) w Afryce zachodniej.



Ryc. 84. **Chwytna łapa tylna maki** (*Arctocebus*).

b) **Szerokonose** (*Plathyrrhina*) czyli małpy Nowego Świata (amerykańskie), o szerokiej przegrodzie nosa i otworach nosowych skierowanych na boki. Nie mają nabrzmień pośladkowych.

Tu należą małpiatki (*Hapalidae*), n. p. małpeczka złota z pazurami, jedynie kciuk odnóży tylnych ma paznokieć, oraz wyjce (*Mycetes*), płaksy (*Cebus*) i czepiaki, (*Ateles*) o ogonie długim, chwytnym, wszystkie w Ameryce południowej.

2) **Małpozwierze** (*Lemuridae*). Zęby trzonowe ostrosęczkowe. Oczodoły nieograniczone w tyle kostną przegrodą (otwarte); uzbrojenie palców rozmaite, najczęściej palec drugi odnóży tylnych zakończony pazurem, reszta zaś palców opatrzona paznokciami (ryc. 84.). Są to zwierzęta nocne, drapieżne, bardzo ostrożne, zwykle o pysku mocno wydłużonym, o wielkich oczach i długich palcach. Żyją na wyspie Madagaskarze, niektóre na sąsiednim lądzie Afryki i Azyi południowej.

Tu należą: lemur (*Lemur*), indri (*Lichanotus*), galago (*Otolicnus*), lotoperz (*Galeopithecus*), maki (*Arctocebus*).

Rząd 2. NIETOPERZE czyli RĘKOSKRZYDŁE (Chiroptera).

Przedramię i palce przednich kończyn, oprócz kciuka, są bardzo wydłużone. Z boków ciała skóra tworzy szeroki fałd błoniasty, łączący



Ryc. 85. **Szkielet rudawki** (*Pteropus*). *St* — mostek, *Cl* — obojczyk, *Sc* — łopatka, *H* — ramię, *R* — szprycha, *U* — łokieć, *D* — kciuk, *Jl* — kość biodrowa, *P* — kość łonowa, *Js* — kość siedzeniowa, *Fe* — kość udowa, *T* — kość goleniowa, *F* — kość piszczelowa.

odnóża przednie z tylnemi, ciągnący się pomiędzy długimi czterema palcami odnóży przednich, a także pomiędzy odnóżami tylnemi a ogonem lub tylko pomiędzy niemi, jeżeli ogona brak. Jest to błona lotna (ryc. 85). Palce nóg tylnych, uzbrojone pazurkami, są wolne; na odnóżach zaś przednich tylko kciuk, a niekiedy i palec drugi zakończone są pazurkami. Uzębienie zupełne; u owadożernych nietoperzy zęby trzonowe są ostrosęczkowe, u owocożernych tęposęczkowe. Dzień spędzają nietoperze w ukryciu, śpiąc i wisząc głową na dół, uczepione tylnemi nogami; żerują o zmierzchu i w nocy, mają nader czuły dotyk i doskonały słuch. W okolicach umiarkowanych i chłodnych zapadają w sen zimowy, kryjąc się po strychach, piwnicach, zwaliskach, dziuplach drzew, zaczepione również tylnemi nogami i zwieszone głową na dół.



Ryc. 86. Głowa wampira.

Do nietoperzy **owadożernych,** posiadających oczy małe, uszy wielkie (w związku z bystrym słuchem), należą: gacek (*Plecotus*), nocek (*Vespertilio*), mroczek (*Vesperugo*), które są gładkonose; listkonose zaś czyli opatrzone listkowatymi wyrostkami skóry na nosie (ryc. 86.) są: nasz podkowiec (*Rhinolophus*), a w Ameryce południowej wampir (*Phyllostoma*). Do **owocożernych** zaś, posiadających oczy duże, uszy krótkie, należy wielka stosunkowo rudawka czyli kalong (*Pteropus edulis*) na archipelagu Indoaustralskim.

Rząd 3. OWADOŻERNE (Insectivora).

Uzębienie zupełne, zęby trzonowe ostrosęczkowe. Małego wzrostu, nastopne; nos ryjkowato wydłużony. Karmią się owadami i innemi drobnemi zwierzętami.

Tu należą: kret (*Talpa europaea*) o aksamitno-czarnem futerku; przednie nogi łopatkowe, grzebne, żyje pod ziemią, bardzo pożyteczny; ryjówka (*Sorex*) i rzęsiorek (*Crossopus fodiens*), drobne, bardzo drapieżne; ostatni jest szkodnikiem w gospodarstwach rybnych; jeż (*Erinaceus europaeus*), grzbiet kolcami pokryty; tępi owady, myszy, szczury, żmije i dlatego jest bardzo pożyteczny.

Rząd 4. MIĘSOŻERNE czyli DRAPIEŻNE (Carnivora).

Uzębienie zupełne; kły długie, stożkowate, zęby trzonowe przeważnie o koronach nożowatych; trzy rodzaje zębów trzonowych: przednie o koronach ścieśnionych, t. zw. szczerbowe, za nimi z każdej strony jeden potężny ząb tnący, a poza nim tylne zęby trące, sęczkowe. Pazury albo nieruchome, n. p. u psów, albo też wysuwalne, jak u kotów. Karmią się łupem żywym lub padliną (n. p. hyeny). Tu należą następujące rodziny:

Koty (*Felidae*). Palcochody, o pazurach przeważnie wysuwalnych (ryc. 87.), posiadają najmniejszą liczbę zębów pośród drapieżców, język szorstki, pokryty kolczastemi twardemi brodawkami, pysk zaokrąglony; polują głównie w nocy, są bardzo drapieżne.



Ryc. 87. Szkielet łapy tylnej kota. *f* — kość piętowa, *m*—kości stopowe. *a*, *b*, *c* — palce.

Główni przedstawiciele: kot domowy (*Felis domestica*), żbik (*Felis catus*) i ryś (*Felis lynx*), pospolite u nas w Karpatach; lew (*Felis leo*), Afryka i Azya, tygrys (*Felis tigris*) pręgowany, w Azyi południowej i środkowej aż do Syberyi, lampart (*Felis leopardus*) plamisty, w Afryce, kuguar (*F. concolor*) czyli puma w Ameryce południowej, jaguar (*F. onca*) tamże, centkowany i inne koty strefy gorącej.

Hyeny (*Hyaenidae*). Nogi tylne krótsze od przednich, przez co grzbiet jest spadzisty ku tyłowi; uzębienie mniej drapieżne i pazury tępe; karmią się padliną.



Ryc. 88. **Szkielet lwa.** *St* — mostek, *Sc* — łopatka, *H* — kość ramieniowa, *R* — szprychowa, *U* — łokciowa, *Cp* — napięstek, *Mc* — dłoń, *Jl* — kość biodrowa, *P* — łonowa, *Js* — siedzeniowa, *Fe* — udowa, *T* — goleniowa, *F* — piszczelowa, *P* — rzepka kolanowa, *Ts* — nastopek, *Mt* — stopa, *C* — kość piętowa.

Hyena pręgowana (*Hyaena striata*) w Afryce i Azyi zachodniej, hyena plamista (*H. crocuta*) w Afryce południowej i zachodniej.

Psy (*Canidae*). Palcochody; pazury niewysuwalne. Zęby trące liczniejsze niż u kotów (ryc. 89.), pysk wydłużony. Żyją często stadami.

Wilk (*Canis lupus*), pies domowy (*C. familiaris*), szakal (*C. aureus*), lis (*C. vulpes*).

Łasice (*Mustelidae*). Ciało wydłużone, bardzo gibkie, nogi krótkie; palcochody lub stopochody, pazury nieruchome. Bardzo drapieżne.



Ryc. 89. **Czaszka wilka.** *c.* — kość ciemieniowa, *cz.* — czołowa, *k. p.* — kłykieć potyliczny, *ł.* — łuk jarzmowy, *m.* — kość międzyszczękowa, *n.* — kość nosowa, *p.* — kość potyliczna, *sz.* — szczęka górna, *ż* — szczęka dolna (żuchwa). (Oryg.)

Tu należą n. p. łaska (*Mustela vulgaris*). gronostaj (*M. erminea*). tchórz (*M. putorius*), kamionka czyli kuna domowa (*M. foina*), tumak czyli kuna leśna (*M. martes*), soból (*M. zibellina*), wydra (*Lutra vulgaris*), borsuk (*Meles taxus*).

Niedźwiedzie (*Ursidae*). Stopochody o ciele ociężałem; pazury nieruchome, ząb tnący mały, szeroki. Pokarm przeważnie mieszany.

Niedźwiedź brunatny (*Ursus arctos*), zapada w sen zimowy, u nas w Karpatach, Tatrach i na Litwie; niedźwiedź jaskiniowy, obecnie już wygasły; niedźwiedź biały (*Ursus maritimus*) w krajach polarnych.

Rząd 5. PŁYTWONOGI (Pinnipedia).

Zwierzęta przystosowane do pobytu w wodzie; ciało wydłużone, wrzecionowate, odnóża krótkie; 5 palców spiętych grubą błoną pływną, sięgającą poza pazury. Uzębienie zupełne, drapieżnicze. Wszystkie żyją w morzu, w blizkości brzegów.

Tu należą: nerpa (*Phoca vitulina*), kot morski czyli kotik (*Otaria ursina*), mors (*Trichechus rosmarus*) o olbrzymich kłach u góry (ryc. 90.).

Ryc. 90. **Czaszka morsa.** (Oryg.)

Rząd 6. SYRENOWATE (Sirenia).

Ociężałe, wrzecionowato wydłużone, żyją w morzu przy brzegach. Odnóża przednie zamienione w płytwy, ruchome w stawie łokciowym, odnóża tylne zanikłe, ogon zakończony płytwą poziomą. Uzębienie niezupełne; roślinożerne.

Manat (*Manatus latirostris*) zamieszkuje wybrzeża morskie Ameryki, diugoń (*Halicore*) w oceanie Indyjskim, krowa morska (*Rhytine Stelleri*), bardzo wielka, do połowy XIX. w. żyła w cieśninie Beringa, obecnie wymarła.



Ryc. 91. **Czaszka krowy morskiej.** (Oryg.).

Rząd 7. WALENIE (Cetacea).

Wielkie ssaki morskie, o ciele kształtu rybiego, kończyny przednie zamienione w płytwy, tylnych brak, ogon zakończony płytwą poziomą, skóra gruba, z obfitą warstwą tłuszczu, naga lub pokryta bardzo rzadkim, rozrzuconym włosem; u jednych zęby istnieją, u innych brak tychże, a wówczas z podniebienia zwieszają się wielkie, trójkątne płyty rogowe rozstrzępione, t. zw. fiszbin (ryc. 92.).



Ryc. 92. **Czaszka wieloryba** *(Balaena mysticetus)* **wraz z fiszbinami.**

Do **uzębionych**, które posiadają zęby jednostajne, stożkowate, należą n. p. delfin (*Delphinus delphis*) o licznych ostrych zębach, narwal czyli jednoząb (*Monodon monoceros*).

Do **bezzębnych** należy n. p. wieloryb grenlandzki (*Balaena mysticetus*).



yc. 93. **Delfin** *(Delphinus delphis).*

Rząd 8. KOPYTNE (Ungulata).

Rozszerzone końcowe człony palców okryte są rogowemi kopytami. Palcochody. Po większej części redukcya liczby palców, której towarzyszy wydłużenie dłoni i stopy. U jednych liczba palców nieparzysta, przyczem jedynie lub przeważnie rozwinięty jest palec trzeci czyli środkowy; u innych liczba palców parzysta, przyczem najlepiej rozwinięte są palce 3. i 4. Po większej części roślinożerne, niektóre wszystkożerne. Zęby trzonowe o koronach szerokich z tępymi sęczkami, albo jarzmowemi wgłębieniami (ryc. 95.—97.).

Dzielą się na następujące podrzędy:

1) **Prakopytne** (*Condylarthra*), wygasłe, o odnóżach pięciopalcowych; najstarsze kopytne, występujące w trzeciorzędzie, były zapewne przodkami innych, dziś żyjących kopytnych.

Prakopytnik (*Phenacodus*).

2) **Słoniowate** (*Proboscidea*). Największe ssaki lądowe; nos przedłużony w długą trąbę ruchomą, na której końcu są otwory nozdrzy oraz ruchomy wyrostek chwytny. Kłów właściwych brak, dwa siekacze górne silnie rozwinięte wystają naprzód jako t. zw. kły, dające kość słoniową, wysoko cenioną w handlu; zęby trzonowe wielkie, złożone. Odnóża grube, walcowate, pięciopalcowe, zakończone kopytami (3—4). Żyją gromadnie w wilgotnych i cienistych okolicach Afryki oraz Indyi.

Należą tu: słoń afrykański (*Elephas africanus*), słoń indyjski (*E. indicus*). Kopalne są: mamut (*E. primigenius*) i mastodon. Kopalnego mamuta wraz ze skórą i uwłosieniem znaleziono niedawno w pokładach naftowych w Staruni w Galicyi.

3) **Nieparzystokopytne** (*Perissodactyla*), głównie wykształcony palec środkowy, trzeci. Liczba palców nieparzysta, tylko na przednich nogach tapira 4 palce. Uzębienie zwykle zupełne, ale często brak kłów.

Tu należą: tapir (*Tapirus americanus* i *T. indicus*), nosorożec indyjski (*Rhinoceros indicus*) z jednym rogiem na nosie i afrykański (*R. africanus*) z dwoma roga-



Ryc. 94. **Szkielet wieloryba** (*Balaena mysticetus*). *Ocs* — kość potyliczna górna, *Co* — kłykieć potyliczny, *Sq* — kość łuskowa, *Pa* — kość ciemieniowa, *Fr* — kość czołowa, *Imx* — kość międzyszczękowa, *Mx* — kość szczękowa, *J* — kość jarzmowa, *L* — kość łzowa, *St* — mostek połączony tylko z żebrami pierwszej pary, *Sc* — łopatka, *H* — kość ramieniowa, *B* — szczątek miednicy, *F* — szczątek kości udowej, *T* — szczątki kości goleniowej.

mi, o 3 palcach na każdej nodze; koń (*Equus caballus*), osieł (*E. asinus*) i zebra (*E. zebra*) posiadają tylko palec środkowy (jednokopytne), dłoniowe i stopowe kości palca 4. i 2. jako szczątki, zwane kostkami rysikowemi.

4) **Parzystokopytne** (*Artiodactyla*), głównie rozwinięte są palce 3. i 4., liczba palców parzysta. Uzębienie często niezupełne, u świń zupełne. Dzielą się na:

a) **Nieprzeżuwające** (*Artiodactyla non ruminantia*).

Do tych należą: dzik (*Sus scrofa*) oraz pochodząca od niego świnia domowa (*Sus scrofa domestica*), wszystkożerne, o uzębieniu zupełnem, zęby trzonowe o tępych sęczkach.



Ryc. 95. **Czaszka końska.**

b) **Przeżuwające** (*Artiodactyla ruminantia*) mają żołądek złożony z 4 oddziałów, przeżuwają pokarm, w szczęce górnej brak siekaczy, w dolnej 8, rzadziej 6 siekaczy naprzód wystających, kłów brak. Wyróżniamy następujące grupy:



Ryc. 96. **Czaszka dzika.**

Pustorożce; mają rogi dęte czyli puste, t. j. pochwami nasadzone na kostne wyrostki kości czołowej, zwane możdżeniami.

N. p. bydło (*Bos taurus*), pochodzące od zaginionych obecnie: tura (*B. primigenius*) i bydła krótkorogiego (*B. brachyceros*); żubr (*Bison europaeus*) w puszczy Białowieskiej na Litwie, owca (*Ovis aries*), koza (*Capra hircus*), kozica czyli gemza (*Antilope rupicapra*) u nas w Tatrach oraz różne antylopy.

Pełnorożce; mają rogi pełne, osadzone na krótkich możdżeniach, co rok spadające; na ich miejsce odrastają nowe, które zwykle mają o jedną gałąź więcej; rogi są rozgałęzione i tylko samcom właściwe, wyjąwszy rena.



Ryc. 97. **Głowa jelenia** (*Cervus canadensis*).

Tu należą: jeleń (*Cervus elaphus*), sarna (*C. capreola*), łoś (*C. alces*), ren (*C. tarandus*) na dalekiej północy, obydwie płci z rogami.

Kosmatorogie; nie posiadają rogów właściwych, a tylko możdżenie skórą obleczone: żyrafa (*Cameleopardalis giraffa*).

Bezrogie są: wielbłąd jednogarbny i dwugarbny (*Cameleus dromedarius, C. bactrianus*) oraz lama (*Auchenia*).

Rząd 9. GRYZONIE (Glires).

Po dwa dłutowate zęby sieczne u góry i u dołu, bezkorzeniowe, a więc ciągle narastające i tylko z przodu szkliwem pokryte (u zajęcy u góry i w tyle dwu przednich siekaczy znajdują się dwa mniejsze tylne); za siekaczami szrank bezzębny, zęby trzonowe sfałdowane lub składane, niekiedy zaś tęposęczkowe (ryc. 98.). Przez ciągłe ogryzanie twardych przedmiotów przeciwdziałają zbyt silnemu rozrostowi siekaczy.

Tu należą n. p. wiewiórka (*Sciurus vulgaris*), suseł (*Spermophilus*), świstak (*Arctomys marmotta*) u nas w Tatrach, chomik (*Cricetus frumentarius*), mysz (*Mus*), szczur wędrowny (*M. decumanus*), bóbr (*Castor fiber*), świnka morska (*Cavia cobaya*), zając szarak (*Lepus timidus*) i królik (*L. cuniculus*).



Ryc. 98. Przecięcie przez szczękę górną i żuchwę zająca. S_1, S_2 — siekacze, b_1, b_2 — zęby trzonowe.

Rząd 10. SZCZERBAKI (Edentata).

Są albo zupełnie bezzębne, albo szczerbate, to jest brak im pewnych zębów, zwykle siekaczy. Zęby są bez korzeni. Pazury wielkie, grzebne (pancernik) lub sierpowate (leniwiec).

Tu należą: łuskowiec (*Manis*), mrówkojad (*Myrmecophaga*) całkiem bezzębny, pancernik (*Dasypus*) i leniwiec (*Bradypus*).

Rząd 11. TORBACZE (Marsupialia).

Na brzuchu dwa podłużne fałdy skórne, tworzące torbę, podtrzymywaną przez parę kości torbowych. Młode nader niedołężne, po urodzeniu pozostają przez czas pewien w torbie, przyczepione do brodawek sutkowych czyli mlecznych. Postacią, uzębieniem i sposobem życia torbacze przypominają rozmaite rzędy ssaków, a więc drapieżne, małpozwierze, gryzonie, kopytne. Wyjąwszy dydelfa, który zamieszkuje Amerykę, wszystkie żyją w Australii i na wyspach sąsiednich.

Tu należą n. p.: kangur (*Halmaturus*) roślinożerny i norowiec (*Thylacinus cynocephalus*) drapieżny.

Rząd 12. STEKOWCE czyli JEDNOOTWOROWCE albo DZIOBAKI (Monotremata).

Jelito odbytowe i przewody moczo-płciowe uchodzą do wspólnego steku; sutki bardzo słabo wykształcone; palce uzbrojone pazurami. Znoszą jaja, obfitujące w żółtko odżywcze i okryte miękką błoną, jak u gadów. Łączą pod pewnymi względami ssaki z gadami. Zamieszkują Australię i wyspy sąsiednie.

Tu należą: dziobak (*Ornithorhynchus anatinus*), szczęki nakształt dzioba, długi ogon spłaszczony, przebywa w pobliżu wód, pływa doskonale, grzebie nory, znosi naraz po 2 jaja; kolczatka (*Echidna aculeata*), pokryta na grzbiecie kolcami, pysk ryjkowaty wydłużony, język robakowaty, karmi się przeważnie mrówkami, znosi naraz jedno jaje i umieszcza je w torbie podbrzusznej.

Gromada II. PTAKI (Aves).

Kręgowce ciepłokrwiste, oddychające płucami, upierzone; odnóża przedniej pary przekształcone w skrzydła (ryc. 99.). Jajorodne. Potylica zestawia się z pierwszym kręgiem zapomocą jednego kłykcia; serce dwukomorowe i dwuprzedsionkowe.



Ryc. 99. **Szkielet sępa.** *Rh* — żebra szyjne, *Du* — dolne wyrostki ościste kręgów tułowiowych *Cl* — obojczyk, *Co* — krucze, *Sc* — łopatka, *St* — mostek, *Stc* — mostkowe oddziały żeber. *Pu* — wyrostki haczykowe żeber, *Il* — kość biodrowa, *Is* — kość siedzeniowa, *Pb* — kość łonowa, *H* — ramieniowa, *R* — szprychowa, *U* — łokciowa, *C, C'* — napięstek, *Mc* — dłoń, *P', P'', P'''* — człony palcowe, *Fe* — kość udowa, *T* — kość goleniowo-nastopkowa, *F* — piszczelowa, *Tm* — kość nastopkowo-stopowa (skok), *I* — staw międzynastopkowy (intertarsalny).

Charakterystyczną właściwość ptaków stanowi ich **upierzenie**, składające się z piór i puchu. Są to wytwory wyłącznie naskórka, podobnie jak włosy u ssaków, i składają się, jak tamte, z istoty rogowej. Główna oś pióra jest złożona z części dolnej, dętej — d u t k i, oraz górnej, spoistej — s t o s i n y. W dutce mieści się t. zw. d u s z a czyli zeschła skórka, będąca szczątkiem brodawki naskórkowej, z której pióro powstało. Ze stosiny wybiegają obustronnie p r o m i e n i e; na każdym promieniu osadzone są znów obustronnie p r o m y k i, a na tych ostatnich często znajdują się jeszcze włosiste haczyki, służące do wzajemnego sczepiania się promyków. Wszystkie te części, osadzone na osi głównej, tworzą t. zw. c h o r ą g i e w k ę, zbudowaną, jak widzimy, w ten sposób, że pomimo znacznej lekkości jest bardzo mocna i stawia należyty opór powietrzu. Puch ma oś króciutką, a wiotkie promienie wybiegają baldaszkowato z jej wierzchołka.



Ryc. 100. Nazwy upierzenia w różnych okolicach ciała ptaka. *S* — czoło, *Sc* — ciemię, *Hh* — potylica, *W* — policzki, *N* — kark, *R* — grzbiet, *K* — gardziel, *Br* — pierś, *Ba* — brzuch, *St* — kuper, *B* — pokrywa ogonowa, *Rt* — ogon ze sterówkami, *HS* — lotki pierwszego rzędu, *AS* — lotki drugiego rzędu, *T* — pokrywy, *Al* — skrzydełko kątowe.

Na **skórze** znajdują się smugi upierzone i nieupierzone (ryc. 100. i 101.). Większe pióra na skrzydłach są to l o t k i: na dłoni — lotki rzędu pierwszego, na przedramieniu — lotki rzędu drugiego. Pióra na ogonie zwą się s t e r ó w k a m i. Krótkie pióra na ciele, pokrywające z góry i od spodu lotki lub sterówki, zwą się p o k r y w a m i. U samców upierzenie bywa zwykle świetniejsze aniżeli u samic (kogut, paw, indyk). U nas corocznie ku jesieni ptaki zmieniają pióra (pierzenie się). Na wiosnę mogą nadto pióra zmieniać swą barwę, nie wypadając.

W **szkielecie** ptaków napotykamy następujące charakterystyczne właściwości. Liczne kości ptaków są p n e u m a t y c z n e, t. j. jamy ich, zamiast szpikiem, są wypełnione powietrzem, co znacznie zmniejsza ciężar ptaka; powietrze przenika do nich przez



Ryc. 101. Układ miejsc upierzonych *(pterylia)* **i nieupierzonych** *(apteria)* **u kura**: *a*—od strony brzusznej, *b* — od grzbietowej.

otwory wewnętrzne, połączone z workami powietrznymi, które stanowią przedłużenia płuc i sięgają pomiędzy trzewia. Powietrze z płuc dostaje się do worków, a z nich do wnętrza kości.

Czaszka ptaków nie wykazuje szwów, odgraniczających poszczególne kości, lecz jest jakby jednolitą torebką, o cienkich ścianach kostnych. Rozmiary czaszki są stosunkowo niewielkie, przez co ciężar głowy jest nieznaczny, a to dla utrzymania równowagi w locie ma wielkie znaczenie. Ciężar głowy zmiejszony jest i przez to, że liczne kości twarzowe są wązkie, n. p. kości podniebienne i jarzmowe; szczęki są bezzębne. u góry — szczęki i kość międzyszczękowa, u dołu zaś żuchwa są przekształcone w dziób, okryty zewnątrz pochwą rogową. Żuchwa nie zestawia się z czaszką bezpośrednio, jak u ssaków, lecz za pośrednictwem t. zw. kostki kwadratowej. Wielkie oczodoły oddzielone są od siebie tylko cienką przegrodą kostną. Kość potyliczna zestawia się z pierwszym kręgiem zapomocą jednego tylko kłykcia, co znacznie ułatwia ruchy głowy (ryc. 102.).

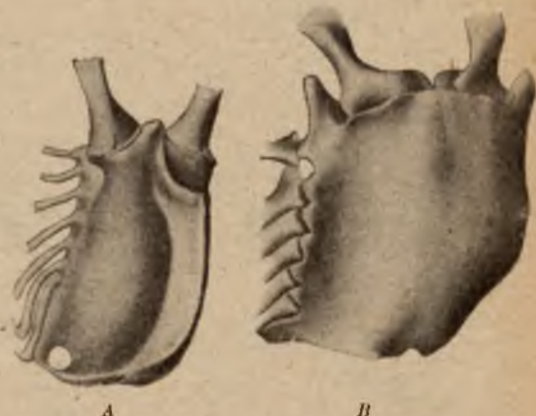


Ryc. 102. **Czaszka dropia:** *a* — z boku, *b* — od dołu. *Ob* — kość podstawowo-potyliczna, *C* — kłykieć potyliczny, *Ol* — k. boczno-potyliczna, *Os* — górna potyliczna, *Sq* — łuskowa, *Bt* — przyklinowa, *Spb* — podstawowo-klinowa, *Als* — skrzydłowo-klinowa *(alisphenoideum)*, *Sm* — przegroda międzyoczodołowa, *Et* — k. sitowa nieparzysta, *Pa* — ciemieniowa, *Fr* — czołowa, *Mx* — górnoszczękowa, *Imx* — międzyszczękowa, *N* — nosowa, *L* — łzowa, *J* — jarzmowa, *Oj* — kwadratowo-jarzmowa, *Q* — kwadratowa, *Pt* — skrzydłowa, *Pal* — podniebieniowa, *Vo* — lemiesz, *D* — k. zębowa, *Art* — k. stawowa, *Ang* — k. kątowa żuchwy.

W związku ze zdolnością do lotu i silnym rozwojem mięśni piersiowych, poruszających skrzydła, mostek jest szeroki, mocny i jednolity, opatrzony (wyjąwszy biegusy) pionowo sterczącym grzebieniem podłużnym, którego niema u ssaków (ryc. 103.). Żebra są całkowicie skostniałe i połączone z sobą haczykowatymi wyrostkami, przez co klatka piersiowa, jako całość, nabiera większej mocy.

Kręgi ptaków posiadają trzony z przodu siodłowato wklęsłe, w tyle wypukłe (u ssaków mają one często powierz-

chnię przednią i tylną płaską). W pasie barkowym znajdujemy, oprócz pary łopatek i pary obojczyków, zrośniętych z sobą w ostrogę (*furcula*), parę silnych kości k r u c z y c h (*ossa coracoidea*), co wzmacnia zestawienie skrzydła. W skrzydle czyli kończynie przedniej istnieją te same zasadnicze kości, co u ssaków; dłoń jest uwsteczniona w rozwoju; z palców tylko jeden, środkowy, dobrze jest rozwinięty, dwa inne szczątkowe.



Ryc. 103. **Mostki ptaków**: *A* — ptaka drapieżnego, z silnie rozwiniętym grzebieniem, *B* — strusia, bez grzebienia. (Oryg.)

M i e d n i c a ptaków składa się, jak u ssących, z trzech par kości, przyczem kości biodrowe są bardzo wydłużone i na znacznej przestrzeni zrośnięte z kręgosłupem, a kości łonowe i siedzeniowe nie zamykają miednicy od dołu czyli nie tworzą spojenia łonowo-siedzeniowego. W skład odnóży tylnych wchodzą te same zasadnicze kości, co u ssaków; najbardziej charakterystyczne jest to, że dolny szereg kostek stępu (nastopka) oraz kości śródstopia zrastają się w jedną długą kość, t. zw. s k o k. Palców na nodze jest najczęściej 4, przyczem albo dwa są zwrócone naprzód, a jeden wtył, albo (jak u ptaków łażących, n. p. u dzięcioła) dwa naprzód i dwa wtył, rzadziej wszystkie cztery naprzód. Palce nóg bywają niekiedy spięte lub obwiedzione błonami pływnemi (ryc. 104.).

W budowie **przewodu pokarmowego i narządów oddechowych** zasługują na uwagę następujące charakterystyczne właściwości, wyróżniające ptaki od ssących.

Jama ust nie jest w zupełności odgraniczona od jamy nosa, albowiem w podniebieniu zachowują się szczeliny, przez które obydwie te jamy łączą się z sobą. Otwory nozdrzy znajdują się zwykle u nasady dzioba na górnej jego stronie, a ograniczająca je błona miękka nosi nazwę w o s k ó w k i. W związku z przełykiem istnieje często rozszerzenie workowate, t. zw. w o l e, w których ziarno ulega rozmiękczeniu (ryc. 105.).

Żołądek składa się z dwu oddziałów:

1. przedniego czyli żołądka g r u c z o ł o w e g o, wydzielającego trawiący sok żołądkowy i

2. tylnego czyli żołądka m i ę ś n i o w e g o, o ścianach bardzo mięsistych, tęgich, o powierzchni wewnątrz zrogowaciałej; ten żołądek, kurcząc się, rozciera twarde części pokarmu, n. p. ziarna, do czego dopomagają jeszcze połykane często przez ptaka kamyki.

Jelito odbytowe wraz z przewodami moczo-płciowymi uchodzi do wspólnego s t e k u, który otwiera się na zewnątrz. U początku jelita grubego znajdujemy często u ptaków dwa jelita ślepe (ryc. 105., *C*).

Tchawica ptaków jest zwykle długa, a narząd głosowy mieści się w miejcu, gdzie ona dzieli się na dwa oskrzela, prowadzące do płuc. Wewnątrz płuc oskrzela nie rozgałęziają się drzewiasto, jak u ssaków, lecz mniejsze odnogi oskrzelowe wybiegają przeważnie pod kątem pro-

stym z boków pni grubszych. Płuca łączą się z kilkoma parami błoniastych worków powietrznych, z których tylne sięgają wgłąb jamy brzusznej pomiędzy trzewia; z workami powietrznymi łączą się, jak powiedziano wyżej, jamy pneumatyczne w kościach. Przepony, istniejącej u ssaków, ptaki nie posiadają.

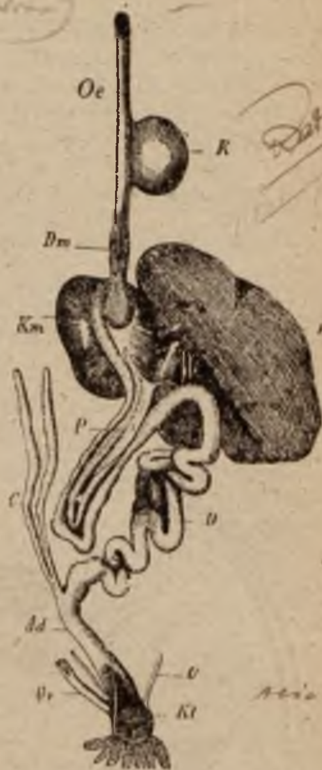
Ptaki są **jajorodne**. Jaja okryte są skorupą wapienną (ryc. 106.)., pod którą znajduje się delikatna błona podskorupowa, pod nią płynne



Ryc. 104. **Różne formy nóg ptasich:** *a* — noga czepna (*Cypselus apus* jeżyk), *b* — n. łażna (*Dendropicus cardinalis* dzięcioł), *c* — n. skoczna (*Phasianus colchicus* bażant), *d* — n. rozszczepiona (*Turdus torquata* drozd), *e* — n. chodna (*Alcedo ispida* zimorodek), *f* — n. siędna (*Falco biarmicus* jastrząb), *g* — n. opięta (*Mycteria senegalensis* wgiętodziób), *h* — n. bieżna (*Struthio camelus* struś), *i* — n. pływna (*Mergus merganser* tracz), *k* — n. półpływna (*Recurvirostra avocetta* szablodziób), *l* — n. rozszczepiono-pływna (*Podiceps cristatus* perkoz), *m* — n. łatkowa (*Fulica atra* łyska), *n* — n. rudelna (*Phaeton aethereus* ościgonek).

białko; pośrodku białka mieści się właściwa komórka jajowa, t. j. kuła żółtka, otoczona swoją błoną (t. zw. błoną żółtkową, odpowiadającą błonie komórkowej). Na górnym biegunie kuli żółtkowej znajduje się tarczka złożona z zarodzi twórczej z jądrem; z tejto tarczki rozwija się pisklę, reszta zaś kuli żółtkowej składa się z licznych kuleczek żółtka odżywczego, które stanowi materyał pokarmowy dla rozwijającego się zarodka.

Kula żółtkowa przymocowana jest do obu biegunów jaja zapomocą dwu galaretowych sznurków skręconych (t. zw. *chalazae*); może się przeto swobodnie obracać, zwracając się zawsze tarczką zarodkową (gatunkowo lżejszą od żółtka odżywczego) do góry, co ma ważne znaczenie przy wysiadywaniu jaja, gdy matka ogrzewa je swem ciałem. Na tępym biegunie jaja znajduje się komora wypełniona powietrzem. Czas wysiadywania jaj bywa różny u rozmaitych ptaków, n. p. u śpiewaków trwa około 2 tygodni, u kury 3 tygodnie, u łabędzi do 6 tygodni. Wysiadywaniem zajmuje się najczęściej tylko matka, a ojciec znosi jej przez ten czas pożywienie; niekiedy oboje rodzice na przemian wysiadują jaja, n. p. gołębie, czajki. U strusia tylko z początku wysiaduje matka, później zaś spełnia tę czynność ojciec, głównie nocami, w dzień zaś jaja są pozostawione działaniu gorących promieni słońca; w wyjątkowych wypadkach sam ojciec wysiaduje jaja. Kukułka w podstępny sposób podkłada swe jaja innym ptakom do wylęgu.



Ryc. 105. **Przewód pokarmowy ptaka.** *Oe* — przełyk, *K* — wole, *Dm* — żołądek gruczołowy, *Km* — żołądek mięśniowy, *D* — jelito środkowe, *P* — trzustka, *H* — wątroba, *C* — dwa jelita ślepe, *Ad* — jelito grube, *U* — moczowody, *Ov* — jajowód, *Kl* — stek.

U jednych ptaków pisklęta, wylęgające się z jaj, są okryte puchem, mają oczy rozwinięte i biegają zaraz za matką; są to zagniazdowniki, n. p. kurczęta. Inne wykłuwają się z jaj w stanie niedołężnym, są niemal nagie, ślepe i dłuższy czas pozostają w gnieździe, karmione przez rodziców; są to gniazdowniki, n. p. ptaki śpiewające.

Większość ptaków buduje gniazda. Niektóre atoli zadowalają się tem, że znoszą jaja wprost na ziemi n. p. kozodój; inne wykopują przynajmniej dołek w ziemi lub mchu. Najkunsztowniejsze są gniazda tych ptaków, które używają do ich budowy różnych obcych materyałów: mchu, słomy, wełny, włosów lub spajają grudki gliny śliną albo też z roślinnej papki i gęstej śliny budują swe gniazda (*Salangana*). Najczęściej samica buduje gniazdo, a samiec znosi jej materyał budowlany, niekiedy jednak oboje rodzice zajmują się czynnie budowaniem gniazda (n. p. jaskółki, tkacze); bywa i tak, że samiec wogóle nie bierze udziału w budowaniu gniazda (u kurowatych).



Ryc. 106. **Jaje ptasie w przecięciu idealnem.** *Bl* — tarczka zarodkowa, *Ch* — chalazy, *DM* — błona żółtkowa, *EW* — białko, *GD* — żółte żółtko, *KS* — skorupa *LR* — zbiornik powietrza, *S* — błona podskorupowa, *WD* — białe żółtko.

Jedne ptaki zamieszkują stale pewne okolice, zimą i latem znajdując tu sobie pożywienie; są to ptaki osiadłe, n. p. orły, sikory, wróble. Inne przelatują w tym samym klimacie z miejsca na miejsce w celu znalezienia pokarmu; są to ptaki tułające się, n. p. drozdy. Wreszcie pewne ptaki z nastaniem zimowej pory roku, w braku pokarmu odpowiedniego, łączą się w większe towarzystwa i odbywają bardzo dalekie wędrówki z okolic chłodnych do umiarkowanych lub z ostatnich do krajów gorących; są to ptaki wędrowne, n. p. bociany, jaskółki, żórawie.

Ptaki dzielą się na następujace rzędy:

1) Drapieżne (*Raptatores*).
2) Łażce (*Scansores*).
3) Wróblowate (*Passeres*).
4) Gołębiowate (*Columbae*).
5) Grzebiące (*Rasores*).
6) Brodźce (*Grallatores*).
7) Pływaki (*Natatores*).
8) Biegusy (*Cursores*).

Rząd 1. DRAPIEŻNE (Raptatores).

Dziób krótki, silny, hakowato zakrzywiony, u nasady pokryty woskówką, zwykle żółtawą. Karmią się zdobyczą żywą lub padliną (sępy).

Tu należą: *a)* **drapieżne dzienne**, o oczach z boku głowy, obejmujące: orły (*Aquilidae*), sępy (*Vulturidae*), sokoły (*Falconidae*), jak orzeł przedni (*Aquila fulva*), o. zys (*A. chryzaeos*), sęp kasztanowaty (*Vultur cinereus*) i płowy (*V. fulvus*), jastrząb (*Astur*), pustułka (*Falco tinnunculus*; *b)* **drapieżne nocne**, o oczach wielkich na przodzie głowy (ryc. 107.), otoczonych zwykle kołem wązkich piór (szlara); do nich zaliczamy sowy (*Strigidae*), jak puhacz (*Bubo europaeus*), puszczyk (*Syrnium aluco*), płomykówka (*Strix flammea*) i inne.



Ryc. 107. **Oko ptaka drapieżnego w przekroju podłużnym.** *Co*—rogówka, *L* — soczewka, *Rt* — siatkówka, *P* — grzebień, *No* — nerw wzrokowy, *Sc* — skostnienia w twardówce, *CM* — mięsień rzęskowy.

Rząd 2. ŁAŹCE (Scansores).

Dwa palce zwrócone naprzód, dwa wtył (nogi łażne), co ułatwia łażenie po drzewach.

Tu należą: papugi (*Psittaci*), dziób krótki, wysoki, górna część hakowato zagięta i znacznie dłuższa od żuchwy, n. p. kakadu (*Callocephalon*) czubata, ara czerwona (*Sittacus macao*), papużka zielona (*Melopsittacus*); kukułki (*Cuculidae*), n. p. kukułka pospolita (*Cuculus canorus*), dzięcioły (*Sagittilinguae*), znakomicie przystosowane do łażenia po drzewach, n. p. czarny (*Dryocopus*), pstry (*Dendrocopus*), zielony (*Picus*). W krajach podzwrotnikowych tukany o wielkich lekkich dziobach.

Rząd 3. WRÓBLOWATE (Passeres).

Ogromnie liczny rząd ptaków o nogach służących do skakania czyli skocznych (trzy palce naprzód zwrócone, jeden wtył), o dzióbie różnokształtnym bez woskówki, o palcach słabych; liczne z nich obdarzone są głosem śpiewnym.

Na podstawie budowy dzioba dzielimy je na: *a)* **rozciętodzióby** (*Fissirostres*) o dzióbie krótkim, aż poza oczy rozciętym, n. p. jaskółki (*Hirundidae*); *b)* **stożkodzióby** (*Conirostres*) o dzióbie silnym, stożkowatym, z gładkimi brzegami, n. p. łuszczaki (*Fringillidae*), jak wróbel, gil, czyż, szczygieł, kanarek, skowronki (*Alaudidae*); *c)* **zębodzióby** (*Dentirostres*): na brzegu górnej części dzioba przy końcu wydatny ząb lub szczerba, n. p. drozdy (*Turdidae*), jak drozd, kos, słowik (*Luscinia*), pliszki (*Motacillidae*), sikory (*Paridae*) z krótkim szydłowatym dziobem, dzierzby (*Laniidae*).

szpaki (*Sturnidae*), ptaki rajskie (*Paradiseidae*), kruki (*Corvidae*) o dzióbie silnym, prostym, jak kruk, wrona, sroka; *d)* **cienkodzióby** (*Tenuirostres*) o dzióbie cienkim, wydłużonym, do których należą drobne, pięknie ubarwione kolibry amerykańskie (*Trochillidae*), a z naszych dudki (*Upupidae*); wreszcie *e)* **lekkodzióby** (*Levirostres*) o dziobach dużych, lekkich, n. p. kraska, zimorodek.



Ryc. 108. **Dzióby różnych ptaków**, mianowicie następujących gatunków: *a* — czerwonak, *Phoenicopterus roseus*, *b* — czapla warzęcha, *Platalea leucorodia*, *c* — trznadel, *Emberiza citrinella*, *d* — drozd modrak, *Monticola (Turdus) cyanus*, *e* — białozór, *Hierofalco candicans*, *f* — tracz, *Mergus merganser*, *g* — pelikan, *Pelecanus conspicillatus*, *h* — szablodziób, *Recurvirostra avocetta*, *i* — brzytwodziób, *Rhynchops nigra*, *k* — gołąb, *Columba livia*, *l* — *Balaeniceps rex*, *m* — kleszczak, *Anastomus oscitans*, *n* — tukan, *Pteroglossus*, *o* — wgiętodziób, *Mycteria senegalensis*, *p* — ibis, *Plegadis falcinellus*, *q* — jeżyk, *Cypselus apus*.

Rząd 4. GOŁĘBIOWATE (Columbae).

Dziób przy nasadzie osłonięty miękką woskówką, zresztą okryty twardą pochwą rogową. Pisklęta z początku otrzymują za pokarm białą, serowatą wydzielinę obszernego wola rodziców, później zaś ziarna rozmiękczone w tej wydzielinie. Gołąb skalny (*Columba livia*) na różnych wyspach oceanicznych; jest dzikim szczepem gołębi swojskich, do których zaliczamy bardzo wiele odmian: krakusy, pocztarki, młynki, jakobiny, wolaki, pawiki i t. d. Dziko u nas żyją: siwak, grzywacz, turkawka.

Rząd 5. GRZEBIĄCE (Rasores).

Dziób krótki, o części górnej sklepistej, pazury tępe, budowa ciała krępa, lot ciężki i niewytrwały; przebywają głównie na ziemi, gdzie szukają pokarmu, grzebiąc nogami; wszystkożerne.

Tu należą: *a)* **głuszcowate** (*Tetraonidae*), jak głuszec (*Tetrao urogallus*), kuropatwa (*Perdix*), przepiórka (*Coturnix*), jarząbek (*T. tetrix*), cietrzew (*T. bonasia*) i inne; *b)* **bażantowate** (*Phasianidae*), n. p. bażant (*Phasianus*), kur swojski (*Gallus*), pochodzący prawdopodobnie od południowo-azyatyckiego (*Gallus bankiva*), paw (*Pavo*), indyk (*Meleagris mexicana*), pochodzący z Meksyku, perlica czyli pantarka (*Numida*), pochodząca z Afryki.

Rząd 6. BRODŹCE (Grallatores).

Nogi zwykle długie i suche (brodzące), palce wolne albo też spięte lub obwiedzione błoną, szyja i dziób zwykle długie. Głównie w pobliżu wód, pokarm przeważnie zwierzęcy.

Tu należą n. p. czaple (*Ardeidae*), jak czapla siwa (*Ardea cinerea*), bociany (*Ciconiidae*), n. p. bocian biały (*Ciconia alba*), dropie (*Otidae*), żórawie (*Gruidae*), siewki (*Charadriidae*), n. p. siewka (*Charadrius*) i czajka (*Vanellus*), bekasy (*Scolopacidae*), ibisy (*Ibididae*), jak ibis czczony (*Ibis religiosa*) w Afryce.

Rząd 7. PŁYWAKI (Natatores).

Nogi krótkie lub średniej długości, o palcach w rozmaitym stopniu spiętych lub obwiedzionych błoną, zwykle osadzonych bardziej w tyle, co ułatwia pływanie; upierzenie gęste, puchem podszyte, nieprzemakalne, które ptak zwykle namaszcza wydzieliną gruczołu kuprowego; dziób na krawędziach opatrzony rogowemi blaszkami lub ząbkami, przez które ptak przecedza wodę, zatrzymując pokarm. Żyją na wodach lub nad brzegami wód.

Tu należą: pelikan (*Pelecanus*), gęś (*Anser*), pochodząca od gęsi dzikiej (*A. cinereus*), łabędź (*Cygnus*), kaczka domowa (*Anas*), pochodząca od dzikiej (*Anas boschas*) i liczne inne dzikie kaczki, jak cyranka, cyraneczka; mewa (*Larus*), nur (*Colymbus*), perkoz (*Podiceps*), bezlotek (*Aptenodytes*).

Rząd 8. BIEGUSY (Cursores).

Skrzydła bez lotek lub z lotkami kędzierzawemi, albo też zmarniałe; nogi grube, silne, kości nie są pneumatyczne, mostek bez grzebienia. Niezdolne są do lotu, lecz po większej części wytrwale biegają.

Tu należą: struś (*Struthio camelus*) o nogach dwupalcowych, zamieszkuje pustynie Afryki i Azyi zachodniej, rea (*Rhea americana*) o nogach trójpalcowych, w stepach Ameryki południowej, kazuar (*Casuarius geleatus*), na głowie narośl hełmiasta, nogi trójpalcowe, na Nowej Gwinei.

Na Nowej Zelandyi żyje nielot czyli kiwi (*Apteryx*, ryc. 109.), wielkości kury, o upierzeniu włosistem, skrzydłach zmarniałych, nogach czteropalcowych, dziobie długim, blizki wygaśnięcia. Na Mada-



Ryc. 109. Nielot (Kiwi).

gaskarze znaleziono szczątki szkieletu oraz jaja (trzy razy większe od strusich) olbrzymiego, zaginionego biegusa (*Aepyornis maximus*). Olbrzymi też był zaginiony dziś ptak Nowej Zelandyi, *Dinornis maximus* (półczwarta metra wysoki).

Interesujący praptak kopalny *Archaeopteryx litographica* z górnej jury stanowił pod pewnymi względami (zęby w szczękach, ogon do jaszczórzego podobny) przejście pomiędzy ptakami i gadami.

Gromada III. GADY (Reptilia).

Kręgowce zimnokrwiste czyli o ciepłocie ciała niestałej; pokryte łuskami (pochodzenia naskórkowego) lub tarczami rogowemi, zwykle o dwu parach nóg chodowych, niekiedy zaś beznogie, n. p. węże. Oddychają wyłącznie płucami, serce o dwu zupełnie odgraniczonych przedsionkach oraz o dwu komorach niezupełnie jednak odgraniczonych (wyjąwszy krokodyle), wskutek czego krew żylna miesza się w nich z tętniczą.

Gady wykazują z wielu względów pokrewieństwo z ptakami, stąd też często łączymy je wraz z ostatnimi w jedną wielką grupy gadokształtnych (*Sauropsida*). Podobnie jak u ptaków, czaszka zestawia się z pierwszym kręgiem zapomocą jednego tylko kłykcia potylicznego, żuchwa z czaszką za pośrednictwem kostki kwadratowej; kręgi po większej części mają trzony z przodu wklęsłe. Nadto budowa pasa barkowego, obecność łopatki, obojczyka i dobrze rozwiniętej kości kruczej dowodzi również pokrewieństwa z ptakami. To samo tyczy się mózgu, którego półkule są wprawdzie mniejsze niż u ptaków, lecz tak jak u nich są zupełnie gładkie. Oko, jak u ptaków, posiada zwykle oprócz powieki górnej i dolnej jeszcze migawkę czyli fałd w wewnętrznym kącie oka, odgrywający jakby rolę trzeciej powieki. Zasługuje na uwagę, że u niektórych gadów, mianowicie u pewnych jaszczórek (n. p. *Hatteria*, *Varanus*) na ciemieniu czaszki znajduje się w kości otwór, skóra w tem miejscu jest przezroczysta, a pod nią mieści się narząd podobny do gałki ocznej; jest to t. zw. trzecie czyli nieparzyste oko. Posiada ono, jak oczy parzyste, soczewkę i siatkówkę z zakończeniami nerwowemi, prócz tego jest połączone z mózgiem zapomocą nerwu. U innych kręgowców nie posiadających takiego oka nieparzystego znajduje się w odpowiedniem miejscu t. zw. gruczołek szyszkowy, mały utwór na łodyżce bezpośrednio połączonej z mózgiem. Jest to jakby szczątek organu, który u wspomnianych jeszczórek jest lepiej wykształcony i tworzy owo nieparzyste oko ciemieniowe.

Ważne różnice w organizacyi wewnętrznej w porównaniu z ptakami polegają, jak już wyżej wspomniano, między innemi na tem, że komory sercowe nie są odgraniczone zupełną przegrodą, przez co krew żylna miesza się w sercu z krwią tętniczą. Dalej: aorta nie zaczyna się w sercu jednym łukiem, jak u ssących i ptaków, lecz parą łuków, które wkrótce łączą się w jeden pień nieparzysty. Wreszcie płuca — to para worków o licznych listewkach, wystających na wewnętrznej powierzchni lub o budowie gąbczastej. U węży, w przystosowaniu do wydłużonej postaci ciała, lewe płuco mniej lub więcej zanika, a prawe dosięga znacznej długości.

Gady znoszą jaja okryte zwykle błoną miękką, jakby pergaminową, w rzadszych zaś wypadkach pokryte skorupą wapienną. Mają one budowę zbliżoną do jaj ptasich. U niektórych jaszczórek i żmij jaja rozwijają się wewnątrz ciała matki.

W krajach chłodnych i umiarkowanych gady zapadają w sen zi-

mowy, w krajach gorących w sen letni. Najwięcej gadów napotykamy w okolicach podzwrotnikowych.

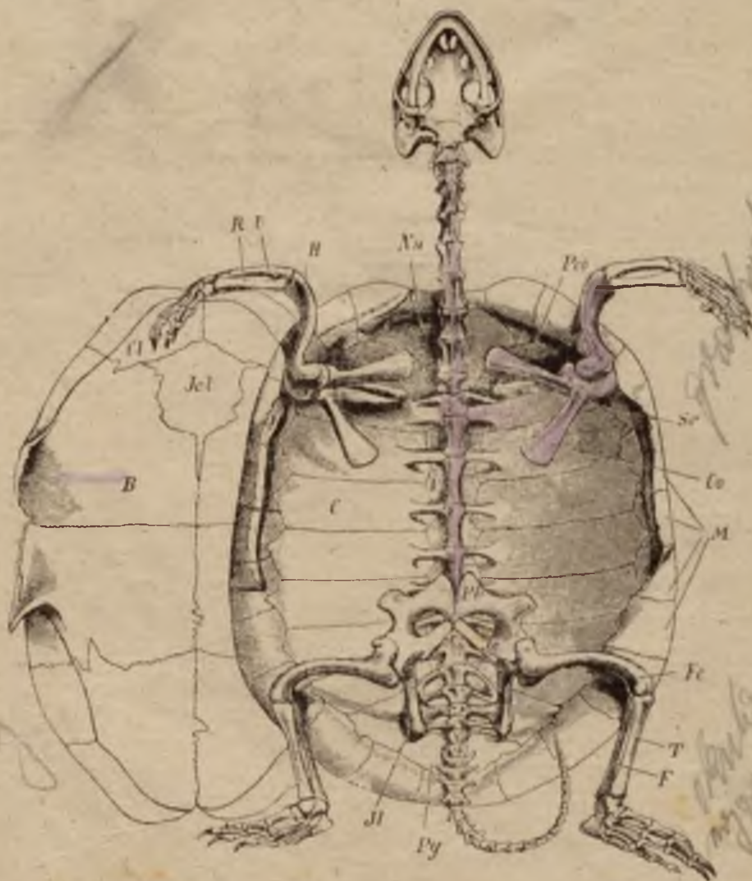
Dzielą się na następujące rzędy:

1) Żółwie (*Chelonia*).
2) Krokodyle (*Crocodilina*).
3) Jaszczórkowce (*Sauria*).
4) Węże (*Ophidia*).

Rząd I. ŻÓŁWIE (Chelonia).

Ciało otoczone pancerzem kostnym, złożonym z mniej lub więcej skostniałej tarczy grzbietowej i brzusznej, z pod których swobodnie wystają: głowa z szyją, odnóża i ogon. Zębów brak, a brzegi szczęki i żuchwy pokryte są powłoką rogową.

Tarcza grzbietowa składa się z szeregu nieparzystych płytek kostnych, kręgosłupowych (na linii środkowej), które są rozszerzonymi wyrostkami ościstymi kręgów, z pary szeregów płytek bocznych,



Ryc. 110. **Szkielet żółwia.** *Emys orbicularis (europaea). V* — płyty kręgosłupowe, *C* — żebrowe, *M* — brzeżne, *Na* — karkowa, *Py* — odbytowa, *B* — tarcza brzuszna, *Sc* — łopatka, *Co* — krucze, *Pco* — przedkrucze, *Pb* — kość łonowa, *Js* — siedzeniowa, *Jl* — biodrowa, *H* — ramieniowa, *R* — szprychowa, *U* — łokciowa, *Fe* — udowa, *T* — goleniowa, *F* — piszczelowa.

żebrowych, będących po części rozszerzonymi żebrami, po części zaś skostnieniami skóry; wreszcie jest jeszcze para szeregów płytek brzeżnych, które są już wyłącznie skostnieniami skórnemi (ryc. 110.). Tarcza brzuszna złożona jest również ze zrośniętych z sobą płytek, które są wyłącznie skostnieniami skóry. Z boków ciała obydwie tarcze łączą się z sobą. Części kostne pancerza są pokryte zrogowaciałym naskórkiem, również podzielonym na płytki, lecz układ i liczba ostatnich nie odpowiadają zwykle układowi i liczbie płytek kostnych; u szylkretów naskórek ten jest bardzo gruby i dostarcza wysoko cenionego w handlu szylkretu, który służy do różnych ozdobnych wyrobów.

Palce po większej części uzbrojone pazurami. Żółwie mają ruchy powolne, leniwe, przebywają zwykle nad wodami, w części są roślinożerne, w części mięsożerne.

Tu należą: lądowy żółw grecki (*Testudo graeca*), u nas żyjący żółw błotny (*Cistudo lutaria*), wielki morski żółw szylkretowy (*Chelone imbricata*).

Rząd 2. KROKODYLE (Crocodilina).

Gady znacznych rozmiarów, o ciele wydłużonem, opatrzonem na stronie grzbietowej tarczami kostnemi, odnóża krótkie, palce spięte płytwami lub półpłytwami, ogon długi, w paszczy silne zęby stożkowate w zębodoły wklinione. Przegroda międzykomorowa serca zupełna. Przebywają głównie w wodzie, żerują przeważnie w nocy; drapieżne. Składają jaja na lądzie, na który też wyłażą z wody w celu wygrzewania się.

Tu należą: krokodyl nilowy (*Crocodilus niloticus*), aligator (*Aligator mississipiensis*) północno-amerykański, kajman południowo-amerykański, oraz gawial żyjący w Indyach.

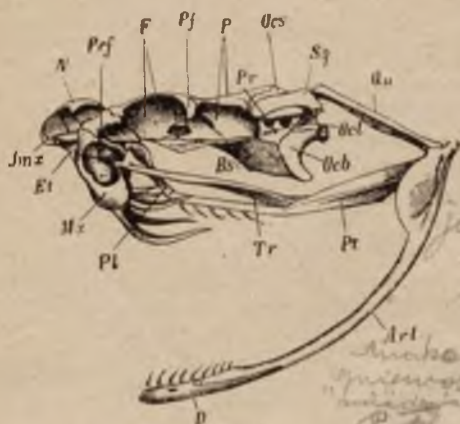
Rząd 3. JASZCZÓRKOWCE (Sauria).

Ciało wydłużone, skóra pokryta łuseczkami lub tarczkami rogowemi. Odnóży zwykle dwie pary, czasami tylko jedna para lub też brak ich zupełnie, n. p. u naszego padalca. Zęby przyrośnięte do szczęk. Język kształtu rozmaitego, to długi, robakowaty, chwytny, n. p. u kameleona, to krótki, gruby albo rozszczepiony na końcu, n. p. u pospolitej naszej jaszczórki.

Należą tu bardzo liczne gatunki, n. p. jaszczórka (*Lacerta agilis*), padalec, (*Anguis fragilis*) o ciele beznogiem, bardzo kruchy, kameleon (*Chameleo vulgaris*), smok (*Draco*).

Rząd 4. WĘŻE (Ophidia).

Ciało bardzo wydłużone, obłe, beznogie, skóra pokryta łuskami lub tarczkami, zęby przyrosłe do szczęk i podniebienia; język długi, wysuwalny, na końcu rozdwojony, odgrywa rolę narządu dotykowego. Niektóre węże, mianowicie jadowite, posiadają w szczękach górnych przed zwykłymi zębami zęby jadowe, dłuższe od innych, szpiczasto zakończone i na przodzie opatrzone rowkiem podłużnym albo też przebite kanałem środkowym, który otwiera się na wierzchołku zęba. U podstawy zęba jadowego otwiera się przewód gruczołu jadowego, umieszczonego z każdej strony głowy w tyle poza okiem; przy ukąszeniu jad dostaje się przez rowek lub przewód zęba do zadanej rany. Węże posiadają bardzo ruchomo zestawione i rozsuwalne kości podniebienne oraz szczę-



Ryc. 111. Szkielet głowy grzechotnika (*Crotalus horridus*). *Ocb* — k. potyliczna podstawowa, *Ocl* — k. potyliczna boczna, *Osc* — k. potyliczna górna, *Pr.* — k. słuchowa przednia, *Bs* — k. klinowa podstawowa, *Sq* — k. łuskowa, *P* — k. ciemieniowa, *F* — k. czołowa, *Pf* — k. czołowa tylna, *Prf* — k. czołowa przednia, *Et* — k. sitowa, *N* — k. nosowa, *Qu* — k. kwadratowa, *Pt* — k. skrzydłowa, *Pl* — kość podniebieniowa, *Mx* — k. szczękowa, *Imx* — k. międzyszczękowa, *Tr* — kość poprzeczna, *D* — k. zębowa, *Art* — k. stawowa (obie ostatnie kości tworzą żuchwę).

kowe (ryc. 111.), przez co mogą szeroko otwierać paszczę i połykać większe zwierzęta, które przedtem zabijają jadem albo przez uduszenie. Do łatwiejszego połykania dopomaga im również wielka rozciągliwość przełyku i skóry oraz nader ruchome zestawienie żeber.

Do **jadowitych** należą: grzechotnik (*Crotalus horridus*) w Ameryce południowej, żmija (*Pelias berus*) pospolita u nas, okularnik indyjski (*Naja tripudians*). Do **niejadowitych** należą: pyton (*Python reticulatus*) w Indyach wschodnich, boa dusiciel (*Boa constrictor*) w Ameryce zwrotnikowej, oraz nasz zaskroniec czyli wąż wodny (*Tropidonotus natrix*).

Z zaginionych już dziś gadów, które żyły w okresie mezozoicznym, zasługują na uwagę: *Pterodactylus* z kośćmi pneumatycznemi, jeden palec odnóży przednich nadzwyczaj wydłużony dla podtrzymywania błony lotnej, w silnych szczękach potężne zęby; *Plesiosaurus* o bardzo długiej szyi, maleńkiej głowie i wiosłowatych nogach; *Ichtyosaurus* o ciele kształtu rybiego, bardzo krótkiej szyi, wielkiej wydłużonej głowie, płytwowatych, krótkich odnóżach i długim ogonie.

Gromada IV. PŁAZY (Amphibia).

Kręgowce zimnokrwiste, skóra po większej części naga, obfitująca w gruczoły, które wydzielają niekiedy ciecz jadowitą. Za młodu oddychają wszystkie skrzelami, w wieku dorosłym niektóre płucami, niektóre zaś zachowują skrzela przez całe życie. Serce o dwu przedsionkach, lecz o jednej komorze wspólnej, z której wychodzi pień tętniczy, podzielony na parzyste łuki, następnie łączące się w jeden pień aorty. Podobnie jak u gadów i ptaków, żuchwa zestawia się z czaszką zapomocą kostki kwadratowej; nozdrza prowadzą do dwu kanalików, otwierających się na przodzie podniebienia bezpośrednio do jamy ust. Podlegają przeobrażeniom. U żaby n. p. wylęgła z jaja postać młodociana, kijanka czyli głowacz, posiada długi, spłaszczony z boku ogon, jest beznoga i oddycha zapomocą skrzeli zewnętrznych, nitkowatych, rozgałęzionych po bokach głowy; wkrótce skrzela te zanikają, a rozwijają się skrzela wewnętrzne, osłonięte fałdami skóry. Z kolei i te stopniowo zanikają w miarę, jak coraz lepiej rozwijają się płuca, przyczem powstają też odnóża, a mianowicie naprzód tylna para, potem przednia; wreszcie zanika też stopniowo ogon i młode zwierzątko wychodzi na ląd. U płazów ogoniastych, n. p. u traszki, ogon kijanki rośnie i zachowuje się przez całe życie. W stanie dorosłym żyją po części w wodzie. Dzielą się na dwa rzędy: bezogonowe i ogoniaste. Przeważnie są drapieżne.



Od ks orój! Od kr.

Wzaranek Wzdat

Wzaranek Wzdat

przeobrażenie!

odmiana

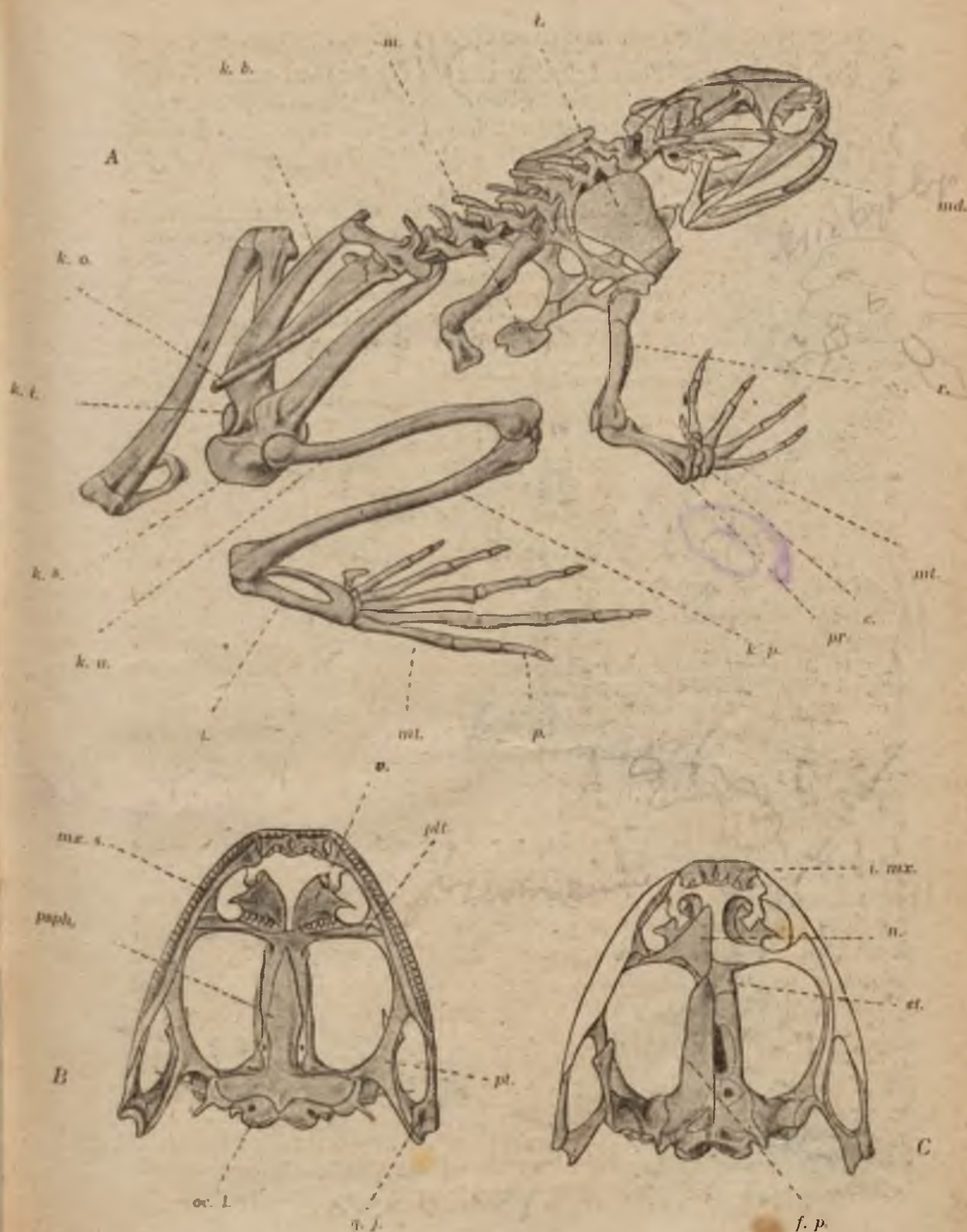
tranka

transplantacja

TABLICA II.



Anatomia żaby (samca). Z prawej strony układ nerwowy mózgordzeniowy i współczulny (boczne sznurki) w związku wzajemnym. Pośrodku żaba otworzona od strony brzusznej; u góry widać serce (różowe), wątrobę (brunatną) i dwa worki płucne, jelito odchylone na prawą stronę; zielonawy kulisty pęcherz poniżej wątroby to pęcherzyk żółciowy, a różowawy kulisty twór obok jelita to śledziona; pośrodku widać żółte ciałka tłuszczowe, poniżej gruczoły płciowe męskie (jądra), a pod niemi brunatno-czerwonawe nerki; u dołu pęcherz moczowy odchylony wtył. Na prawej tylnej nodze odpreparowane mięśnie. Poniżej odpreparowana muskulatura na brzusznej stronie ciała żaby.



Ryc. 112. **Szkielet żaby:** *A* — w całości, z góry i z prawej strony (szkielet kończyn lewej strony niezupełny), *B* — czaszka z dołu, *C* — czaszka z góry (z prawej strony usunięto niektóre kości dla uwidocznienia chrząstek). *c.* — napięstek, *et.* — kość sitowa, *f. p.* — kość czołowo-ciemieniowa, *i. mx.* — kość międzyszczękowa, *k. b.* — kość biodrowa, *k. s.* — kość siedzeniowa, *k. o.* — kość ogonowa, *k. ł.* — kość łonowa, *k. u.* — kość udowa, *k. p.* — kość podudzia, *ł.* — łopatka, *m.* — mostek, *mt.* — dłoń, stopa, *n.* — kość nosowa, *oc. l.* — kość potyliczna boczna, *pt.* — kość skrzydłowa, *p.* — palce, *plt.* — kość podniebieniowa, *psph.* — kość przyklinowa, *q. j.* — kość kwadratowo-jarzmowa, *mx. s.* — szczęka górna, *md.* — żuchwa, *r.* — kość ramieniowa, *pr.* — kość przedramienia, *t.* — nastopek, *v.* — lemiesz.

Rząd 1. BEZOGONOWE (Anura).

Brak ogona; odnóża tylne znacznie dłuższe od przednich, żuchwa zawsze bezzębna, szczęki górne i podniebienie uzębione lub bezzębne (n. p. u ropuchy). Budowa anatomiczna żaby przedstawiona jest na załączonej tablicy.



Ryc. 113. **Samiec położnika** (*Alytes obstetricans*) ze skrzekiem owiniętym dokoła nóg tylnych.

Tu należą: żaba zielona i płowa (*Rana esculenta, arvalis*), żabka drzewna czyli rzekotka (*Hyla*), kumka (*Bombinator*), spód ciała z pomarańczowemi plamami na czarnem tle; ~~ropucha~~ (*Bufo*), za każdym uchem gruczoł wydatny, wydzielina skóry nadzwyczaj ostra; grzbietoród (*Pipa americana*), samiec umieszcza jaja na grzbiecie samicy, gdzie każde jaje dostaje się do zagłębienia skórnego i tu się rozwija, żyje w południowej Ameryce; położnik (*Alytes obstetricans*), samiec obwija sobie skrzek dokoła nóg tylnych i zagrzebuje się w wilgotnej ziemi, dźwigając jaja, dopóki się młode nie wylęgną (ryc. 113.), żyje w Europie zachodniej; gardłoród (*Rhinoderma Darwini*), wylęgłe z jaja młode ukrywa samiec w workowatej wypuklinie swej gardzieli aż do ukończenia przeobrażenia, żyje w Chili.

Rząd 2. OGONIASTE (Urodela).

Ciało wydłużone, opatrzone ogonem, niekiedy zamiast dwu jedna para odnóży; uzębienie na żuchwie, w szczęce górnej i na podniebieniu.

Tu należą: jaszczór czyli salamandra (*Salamandra maculosa*), traszka (*Triton*), odmieniec (*Proteus anguineus*) w podziemnych grotach Krainy, trwałoskrzelny, oczy pod skórą ukryte, axolotl (*Sideron pisciformis*), posiada skrzela zewnętrzne, może się rozmnażać i żyć bardzo długo ze skrzelami, ale w pewnych warunkach traci je i przeobraża się w t. zw. amblystomę, która jest już płazem lądowym; pochodzi z Mexyku.

Z zaginionych płazów zasługują na uwagę olbrzymie, ociężałe labiryntodonty, znane n. p. z tryasu.

Gromada V. RYBY (Pisces).

Ciało zwykle wydłużone, wrzecionowate, ścieśnione z boków, przystosowane do pobytu w wodzie. **Odnóża** w postaci dwu par płytw: przedniej czyli piersiowej i tylnej czyli brzusznej; nadto istnieją płytwy nieparzyste: grzbietowa, ogonowa i podogonowa czyli odbytowa; niekiedy zaś grzbietowa i podogonowa składają się każda z dwu oddziałów, przedniego i tylnego, częściowo lub całkowicie odosobnionych. Płytwy są to fałdy skóry podtrzymywane przez chrząstkowe lub kostne promienie, które mogą być w związku z częściami szkieletu, ukrytemi wewnątrz ciała.

Skóra zawiera łuski lub tarcze kostne, a jedne i drugie są wytworem podskórni czyli skóry właściwej, nie zaś naskórka. U wielu ryb chrząstkoszkieletowych, n. p. u żarłacza, istnieją zamiast łusek t. zw. zęby skórne, złożone z wystającego stożka zaostrzonego, osadzonego na płytce podstawowej. Niekiedy łuski są tak drobne i głęboko ukryte, że nie są wcale z zewnątrz widoczne, n. p. u węgorza. Skóra ryb jest zwykle pokryta śluzem, wydzielanym przez liczne gruczołki skórne.

Szkielet ryb bywa kostny lub chrząstkowy; u najniższej formy, lancetnika, istnieje tylko sprężysta struna grzbietowa. W skład głowy wchodzi znacznie więcej kości niż u wyższych kręgowców, a żuchwa zestawia się z czaszką nie tylko zapomocą kostki kwadratowej, lecz jeszcze jednej

kostki, zwanej gnykożuchwiem (*hyomandibulare*). Kręgi mają zwykle trzony z dwu stron wklęsłe, a wzdłuż całego kręgosłupa występują pary żeber (ości); mostka nigdy niema.

Ryby oddychają zapomocą s k r z e l piórkowatych, miękkich, dwurzędnie osadzonych na chrząstkowych lub kostnych łuskach skrzelowych, zwykle w liczbie czterech par. Jama, w której mieszczą się te łuki, nosi nazwę skrzelowej. U ryb kostnoszkieletowych otwiera się na zewnątrz szczeliną, przysłoniętą przez ruchomą p o k r y w k ę (*operculum*), na wewnątrz zaś do gardzieli. Przy oddychaniu ryba wciąga paszczą wodę i przepuszcza ją z gardzieli do jamy skrzelowej, skąd przez szczelinę podpokrywkową woda uchodzi na zewnątrz. U ryb spodoustych (ryc. 114.), n. p. u żarłaczy, przegroda oddzielająca oba skrzela dwurzędnie osadzone na każdym łuku skrzelowym, sięga aż do sklepienia jamy skrzelowej, przez co, zamiast jednej ogólnej jamy z każdej strony, istnieje tu kilka (najczęściej pięć) par jam, odgraniczonych temi przegródkami i zwanych kieszeniami skrzelowemi. Każda z tych kieszeni uchodzi jedną szczeliną na zewnątrz, drugą do gardzieli. Ryba, wyjęta z wody, wkrótce ginie, dusząc się, albowiem skrzela schną prędko i oddychanie staje się niemożliwem. Ryba indyjska, zwana łażcem (*Anabas scandens*), posiada w kościach otaczających jamę skrzelową liczne zagłębienia (t. zw. błędnik, ryc. 115.), przez co po wyjściu ryby z wody skrzela utrzymują się przez długi czas w stanie wilgotnym, gdyż woda zachowuje się w owych zagłębieniach. Ryba ta wyłazi z wody i pełza nawet po drzewach zapomocą szczególnie zmienionych płytw.



Ryc. 114. **Przecięcie poziome przez skrzela i jamę skrzelową:** *a* — **ryby spodoustej,** *b* — **ryby kostnoszkieletowej.** *Nal* — otwór nosowy, *Md* — żuchwa, *Zbg* — łuki gnykowe, *Kb* — łuki skrzelowe, *Oe* — przełyk, *Spl* — dziura wytryskowa, *Br* — skrzela, *Sp* — szczeliny skrzelowe, *Se* — przegrody kieszeni skrzelowych, *Op* — pokrywka *(operculum)*.



Ryc. 115. **Głowa ryby łażca** *(Anabas scandens)*: pokrywka skrzelowa usunięta dla pokazania błędnika w kościach.

Ryby nie posiadają płuc; organem odpowiadającym jednak anatomicznie płucom innych kręgowców jest u nich p ę c h e r z p ł a w n y, wypełniony gazem i ułatwiający pływanie. U jednych ryb otwiera się on zapomocą przewodu do przełyku (o t w a r t o p ę c h e r z o w e), u innych jest całkiem zamknięty (z a m k n i ę t o p ę c h e r z o w e). Pewne ryby, mianowicie d w u d y s z n e (*Dipnoi*), oddychają nie tylko zapomocą skrzel, lecz także zapomocą pęcherza, odgrywającego u nich rolę płuc.

Serce ryb, wyjąwszy ryby dwudyszne, składa się z jednego właściwego przedsionka oraz jednej komory i zawiera wyłącznie krew żylną. Tylko u cewiosierdnych (lancetnik) brak serca, a istnieją kurczliwe naczynia. Krew żylna, powracająca z ciała, przenika naprzód do przedsionka, stąd do komory; z komory przez pień tętniczy, podzielony na tyle łuków, ile jest par szkrzel, przenika do skrzel, tu się utlenia i innemi znów łukowatemi naczyniami powraca ze skrzel do aorty, której rozgałęzienia roznoszą krew po ciele. Ryby dwudyszne, zbliżone pod wieloma względami do płazów, posiadają, jak i tamte, serce dwuprzedsionkowe.

Z **narządów zmysłowych**, oprócz organów węchu, wzroku, słuchu, smaku i dotyku, zasługują na uwagę narządy t. zw. zmysłu szóstego, umieszczone na głowie, a głównie wzdłuż linii bocznej, która ciągnie się z boków ciała ryby. Wzdłuż tej linii znajdują się liczne utwory rurkowate, do których dochodzą nerwy; niewiadomo tylko, jakie wrażenia odbierają ryby zapomocą tego zmysłu.

W budowie **przewodu pokarmowego** znajdujemy takie same części zasadnicze, jak u innych kręgowców.

Ryby zamieszkują wody słodkie oraz morza. Niektóre przebywają w wielkich otchłaniach oceanów, w głębokości kilku tysięcy metrów i są znakomicie przystosowane do warunków tam panujących. W związku z brakiem światła w tych otchłaniach są one przeważnie czarne lub ciemno ubarwione; niektóre są ślepe, inne mają olbrzymie oczy, któremi podpatrują zdobycz, rozpraszając sobie ciemności zapomocą narządów wytwarzających światło fosforyczne, umieszczonych nad paszczą lub u żuchwy na długiej nici, z boków ciała lub na brzuchu. Prowadząc życie drapieżnicze, liczne z tych ryb posiadają wielkie paszcze, usiane gęsto zębami i olbrzymie stosunkowo żołądki, wypuklające ścianę brzuszną.

Ryby składają do wody ikrę zwykle w bardzo wielkiej ilości. Niektóre okazują pieczołowitość przy wychowaniu potomstwa; n. p. samiec ciernika lub głowacza buduje gniazdo i strzeże złożonej tam przez samicę ikry, a następnie broni młodych. Samce niektórych ryb łykają ikrę, która rozwija się w ich workowato rozszerzonej gardzieli; u pławikonika młode rozwijają się w torbie podbrzusznej samca. Pewne gatunki ryb w okresie tarła (składania ikry) odbywają gromadnie wędrówki, n. p. łosoś, wędruje z morza do rzek w celu złożenia tam ikry; węgorz naodwrót wędruje z rzek do morza, gdzie składa ikrę w znacznych nieraz głębokościach, młode samice zaś znów powracają do rzek.

Ryby dzielą się na sześć rzędów:

1) Dwudyszne (*Dipnoi*).
2) Kostnoszkieletowe (*Teleostei*).
3) Kostołuskie (*Ganoidei*).
4) Chrząstkoszkieletowe (*Selachii*).
5) Kręgouste (*Cyclostomi*).
6) Cewiosierdne (*Leptocardii*).

Rząd 1. DWUDYSZNE (Dipnoi).

Szkielet przeważnie chrząstkowy. Oddychają skrzelami i płucami (przekształconym pęcherzem pławnym); jamy nosowe, jak u płazów, otwierają się w tyle do jamy paszczowej (u innych ryb jamy nosowe stanowią woreczki ślepe zamknięte w tyle). Serce o dwu przedsionkach i jednej komorze, jak u płazów. Stanowią zatem postaci przejściowe pomiędzy płazami i rybami.

Prapłytwiec (*Protopterus*, ryc. 116.) w Afryce, prapłaziec (*Lepidosiren*), baramunda czyli rogoząb (*Ceratodus*, ryc. 117.) w Australii.



Ryc. 116. **Prapłytwiec** *(Protopterus annectens).*



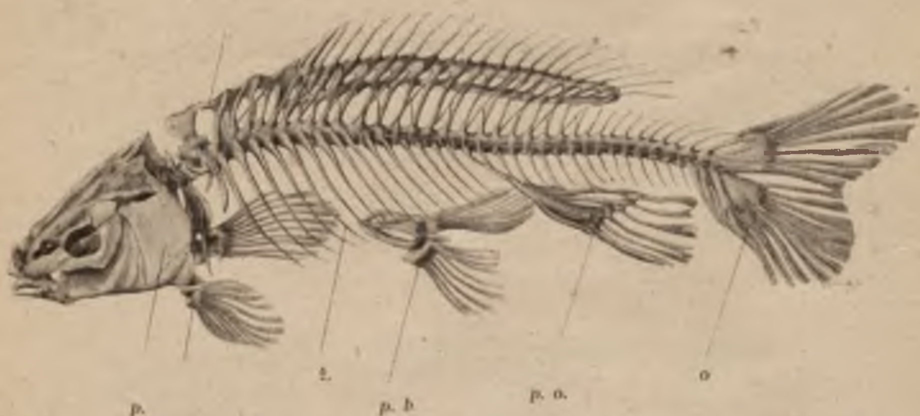
Ryc. 117. **Rogoząb** *(Ceratodus miolepis)* u góry *(a)*, *b* — płytwa piersiowa tegoż, *c* — **żuchwa** z płytkami zębowemi gatunku *Ceratodus Forsteri.*

Rząd 2. KOSTNOSZKIELETOWE (Teleostei).

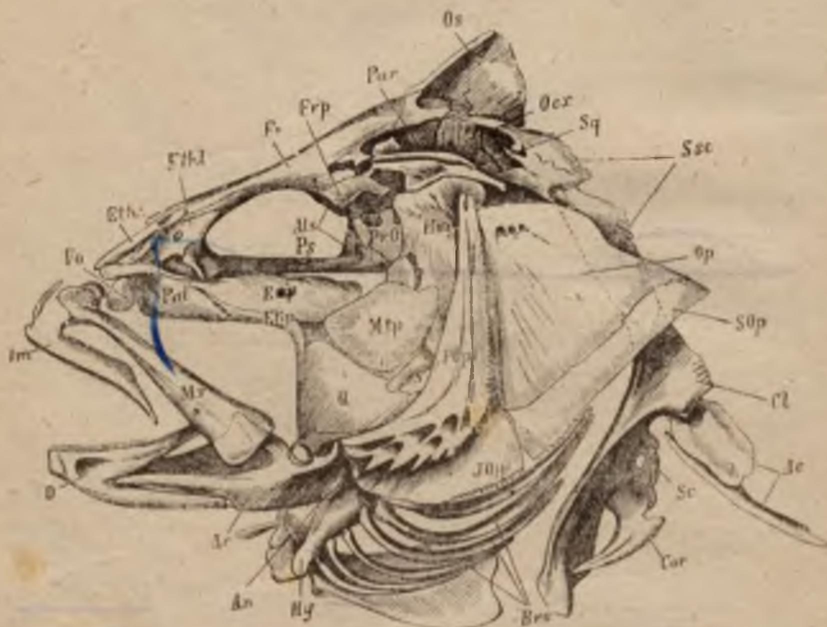
Szkielet kostny (ryc. 118. i 119). Skrzela najczęściej grzybkowate, złożone z szeregów spłaszczonych listków; niekiedy tylko, mianowicie u kępkoskrzelnych, n. p. u pławikonika, listki skrzelowe są osadzone na łukach kępkami. Promienie płytw są albo miękkie (ryby miękkopłytwe), członkowane i u wierzchołka rozstrzępione na włókna, albo też twarde, utworzone z jednolitych cierni (ryby cierniopłytwe). U ryb cierniopłytwych znajdujemy twarde promienie na przodzie płytwy grzbietowej, ciernisty jest zwykle także pierwszy promień w płytwie odbytowej oraz w płytwach brzusznych; u miękkopłytwych promienie są miękkie, z nielicznymi tylko wyjątkami.

Do ryb **cierniopłytwych** należą n. p.: okoń (*Perca fluviatilis*), sandacz (*Luciopcrca sandra*), ciernik (*Gasterosteus*); z morskich ryb: tuńczyk (*Thynnus*), makrela (*Scomber*).

Do **miękkopłytwych** należą n. p.: karp (*Cyprinus carpio*), karaś (*Carassius vulgaris*), lin (*Tinca vulgaris*), śledź (*Clupea harengus*, ryc. 120.), łosoś, pstrąg (*Salmo*), szczupak (*Esox lucius*), flądra *Pleuronectes*) o ciele silnie z boków ściśnionem i jednostronnie umieszczonych oczach, węgorz (*Anguilla*). Oprócz powyższych zasługują na uwagę dziwacznej postaci morskie ryboje̍że (*Diodon*), kolcobrzuchy (*Tetrodon*), pławikonik (*Hippocampus*) i iglica (*Syngnathus*).



Ryc. 118. **Szkielet karpia.** *p.* — pokrywka, *p. p.* — płytwy piersiowe, *p. b.* — płytwy brzuszne, *p. o.* — płytwa odbytowa, *o.* — płytwa ogonowa, *w. o.* — wyrostki ościste kręgów (oraz zmienione ich części). (Oryg.)



Ryc. 119. **Szkielet głowy okonia** *(Perca fluviatilis). Os* — k. potyliczna górna, *Oex* — k. słuchowa zewnętrzna, *Par* — k. ciemieniowa, *Sq* — k. łuskowa, *Fr* — k. czołowa, *Frp* — k. czołowa tylna, *PrO* — k. słuchowa przednia, *Als* — k. skrzydłowoklinowa, *Ps* — k. przyklinowa. *Ethi* — k. sitowa środkowa, *Ethl* — k. sitowa boczna, *Hm* — k. gnykożuchwowa, *S* — k. łącznikowa (spójka), *Q* — k. kwadratowa, *Mtp, Enp, Ekp* — kości skrzydłowe, *Pal* — k. podniebieniowa, *Vo* — k. lemieszowa, *Im* — k. międzyszczękowa, *Mx* — k. szczękowa, *D* — k. zębowa, *Ar* — k. stawowa, *An* — k. kątowa, *Op, JOp, POp, SOp* — k. pokrywy, *Hg* — k. gnykowa, *Brs* — promienie skrzelowe, *Cl* — k. obojczykowa, *Sc* — k. łopatkowa, *Cor* — k. krucza, *Scs* — k. nadobojczykowe.



Ryc. 120. **Anatomia śledzia** *(Clupea harengus)*. *Br* — skrzela, *Oe* — przełyk, *V* — żołądek, *Ap* — wyrostki ślepe u początku jelita, *D* — jelito, *A* — odbyt, *Vn* — pęcherz pławny, *Dp* — przewód powietrzny, *S* — śledziona *T* — jądro, *Vd* — nasieniowód, *Gp* — ujście płciowe.

Rząd 3. KOSTOŁUSKIE (Ganoidei).

Szkielet kostny lub chrząstkowy; skóra pokryta łuskami lub tarczami kostnemi. W dawniejszych epokach geologicznych kostołuskie były bardzo rozpowszechnione, obecnie większość ich zaginęła. Z żyjących dziś zasługują na uwagę jesiotry, o pysku wydłużonym, szkielecie chrząstkowym i pięciu szeregach dużych tarcz na skórze. Z ikry ich robi się kawior, a z pęcherza pławnego wygotowuje się klej rybi czyli karuk.

Jesiotr (*Accipenser*).



Ryc. 121. **Szkielet głowy żarłacza** *(Squalus glaucus)*. *d* — dzióbowaty wyrostek, *n* — otwór nosowy, *o* — oczodół, *u* — torebka słuchowa, *k* — kręgosłup, *g* — chrząstka pełniąca rolę szczęki górnej *ż* — chrząstka pełniąca rolę żuchwy, *g* — chrząstka gnykowa. (Oryg.)

Rząd 4. CHRZĄSTKOSZKIELETOWE (Selachii).

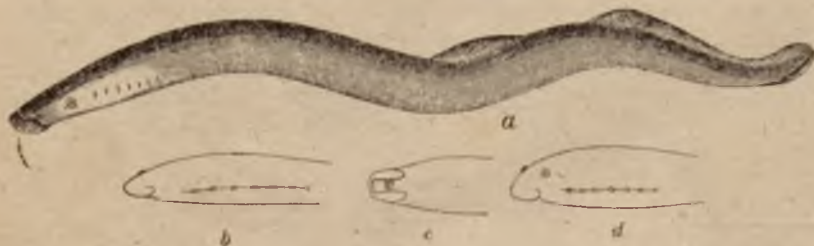
Szkielet chrząstkowy, łuski tworzą często wystające, mniej lub więcej stożkowate i zaostrzone na wierzchołkach t. zw. zęby skórne; skrzela ukryte w kieszeniach skrzelowych, które uchodzą na zewnątrz kilkoma parami (5, 6, niekiedy 7) otworów. Pęcherza pławnego brak.

Tu należą: żarłacz (*Acanthias*, ryc. 121.), płaszczka (*Raja*) i drętwa elektryczna (*Torpedo*), o ciele mocno spłaszczonem, i piła (*Pristis*).

Rząd 5. KRĘGOUSTE (Cyclostomi).

Ciało obłe, bez płytw parzystych. Szkielet w części błoniasty, w części chrząstkowy, skrzela wewnątrz workowatych kieszeni skrzelowych, uchodzących bocznymi otworkami na zewnątrz, usta zamienione w okrągławą przyssawkę, uzbrojoną rogowymi ząbkami (ryc. 123.). W przeciwieństwie do innych ryb otwór nozdrzy jest pojedynczy, skóra naga.

Tu należy: minog (*Petromyzon*) morski i rzeczny (ryc. 122.).



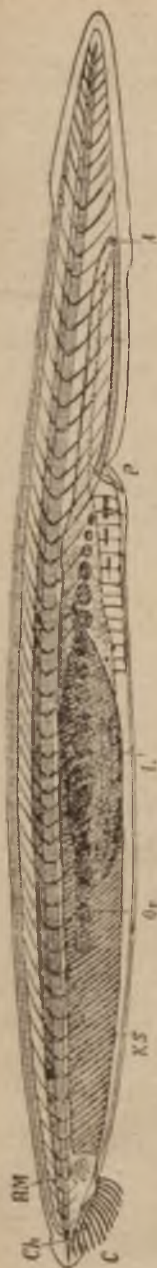
Ryc. 122. *a* — Minog rzeczny (*Petromyzon fluviatilis*), *b*, *c* — głowowa część ciała z boku i od spodu larwy minoga, zwanej *Ammocoetes*, *d* — późniejsze stadyum rozwojowe tejże larwy, z małemi oczami (głowa z boku).



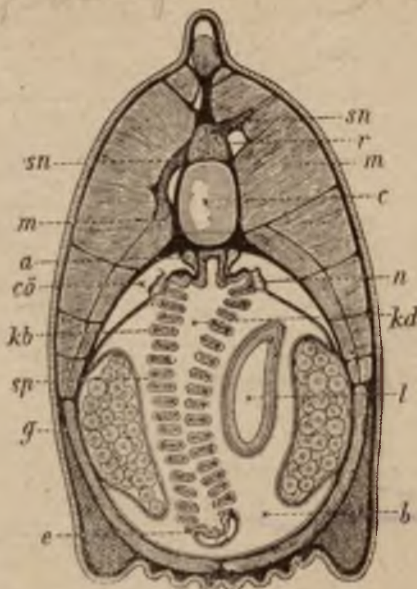
Ryc. 123. Głowa minoga morskiego (*Petromyzon marinus*) od spodu; w jamie paszczowej otwartej widać ząbki rogowe.

Rząd 6. CEWIOSIERDNE (Leptocardii).

Należy do nich najniżej uorganizowane zwierzę kręgowe — niślimka pomrównica albo lancetnik (*Amphioxus lanceolatus*, ryc. 124.), długości małego palca, o ciele spłaszczonem z boków; żyje zagrzebana w piasku morskim. Jest znacznie prostszej organizacyi, aniżeli wszystkie kręgowce, albowiem nie posiada czaszki, ani innych części szkieletu osiowego, a ma jedynie tylko strunę grzbietową (*chorda dorsalis*). Nie posiada mózgu, serca, ani też płytw parzystych; skóra naga, bez łusek, zamiast oczu nieparzysta plamka oczna na przodzie ciała. Usta, otoczone delikatnymi wąsikami, prowadzą do obszernego przełyku, zwanego workiem skrzelowym, którego ściany są podparte twardymi pręcikami i przebite rzędami licznych szparek (ryc. 125.). Przy oddychaniu woda połknięta przez usta opłukuje ściany tego worka, wydostaje się przez szparki do jamy okołoskrzelowej, otaczającej worek skrzelowy, a stąd wycieka na zewnątrz. W braku serca krew krąży w kurczliwych, pulsujących cewkach tętnic i w żyłach. Ponad struną grzbietową ciągnie się rurka nerwowa (rdzeń), rozszerzona na samym przodzie w pęcherzyk, odpowiadający mózgowi.



Ryc. 124. **Lancetnik** (*Amphioxus lanceolatus*). *C* — wąsy przyustne, *KS* — szparki skrzelowe, *L* — wątroba, *A* — odbyt, *P* — otworek jamy około-skrzelowej, *Ov* — jajnik, *Ch* — struna grzbietowa, *Rm* — rdzeń pacierzowy (nerwowy).



Ryc. 125. **Przecięcie przez ciało lancetnika** (*Amphioxus*) **w okolicy skrzelowej.** *r* — rdzeń nerwowy, *sn* — wychodzące zeń nerwy, *m* — mięśnie boczno-tułowiowe, *c* — struna, *a* — aorta, *n* — nerka, *kd* — worek skrzelowy, *kb* — łuki skrzelowe, *np* — szparki skrzelowe, *g* — narządy rozrodcze, *l* — wątroba, *b* — jama okołoskrzelowa, *e* — t. zw. endostyl czyli rowek podskrzelowy.

Typ II. OSŁONICE (Tunicata).

Ciało workowate lub baryłkowate, bez odnóży, pokryte z zewnątrz mniej lub więcej grubą osłoną (*tunica*), która stanowi wydzielinę nabłonka skóry. U postaci młodocianych istnieje na stronie grzbietowej struna grzbietowa (*chorda dorsalis*), a rdzeń pacierzowy rozszerza się na przodzie w pęcherzowaty mózg; nadto istnieją narządy zmysłowe. Później jednak, z bardzo nielicznymi wyjątkami, zanika struna grzbietowa i upraszcza się organizacya ciała. Przełyk rozwinięty jest w obszerny worek, który, jak u lancetnika, odgrywa rolę worka skrzelowego; mianowicie ścianka jego przebita jest licznemi szparkami, a połykana woda przechodzi przez te szparki do jamy okołoskrzelowej, otaczającej worek, skąd uchodzi na zewnątrz. Fakt ten, nie mniej jak obecność struny grzbietowej, wskazuje, że osłonice są blizko spokrewnione z najniższymi kręgowcami, zwłaszcza z lancetnikiem. Niektóre osłonice po przebyciu wieku młodocianego przymocowują się do podłoża, inne pływają swobodnie; niektóre, rozmnażając się przez pączkowanie, tworzą całe kolonie (zbiory) osobników (ryc. 126.).

Za przykład postaci osiadłych służyć może żachwa (*Ascidia*), za

przykład zaś wolno pływających — **s p r z ą g l a** (*Salpa*). Załączone rysunki wyjaśniają organizacyę jednej i drugiej.

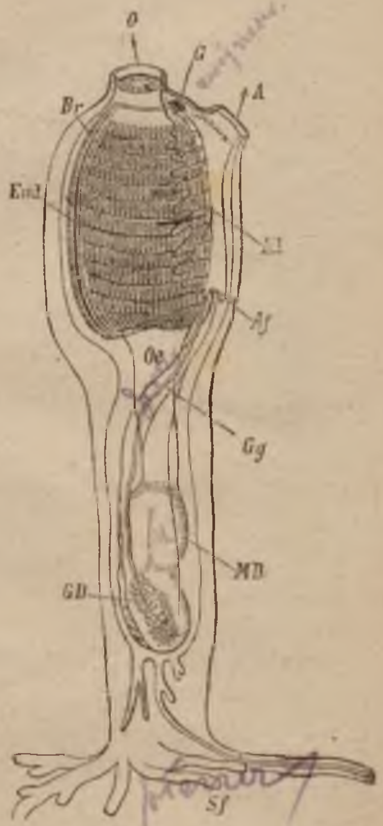
U **ż a c h w y** (ryc. 127.), przytwierdzonej nasadą ciała do podłoża, widać osłonę ciała, u góry otwór wpustowy *O* (ustny), prowadzący do obszernego **w o r k a s k r z e l o w e g o**, w którego ściance istnieją liczne szparki. Na brzusznej stronie ciągnie się wzdłuż worka skrzelowego **r o w e k p o d s k r z e l o w y** zwany **e n d o s t y l e m** (*End*), orzęsiony, służący do przeprowadzania cząstek pokarmu. U nasady worek przechodzi w przełyk, żołądek i jelito, które zagina się do góry i uchodzi odbytem (*Af*) do steku (*Kl*), dokąd także otwierają się przewody płciowe (*Gg*). U nasady ciała znajduje się serce, z którego na obu końcach wychodzą naczynia krwionośne. Ze steku prowadzi na zewnątrz otwór wyrzutowy (*A*). Układ nerwowy zredukowany jest do pojedynczego zwoju (*G*), z którego wybiegają nerwy.

Do zbiorowych (kolonialnych) żachw, opatrzonych wspólnym stekiem, dokoła którego pojedyncze osobniki ułożone są w postaci rozetki, należy n. p. **O ż a r e k** *Botryllus* (ryc. 126.).

S p r z ą g l a (ryc. 128.) ma ciało beczułkowate, również osłoną opatrzone; na jednym końcu otwór wpustowy *O*, na drugim wyrzutowy *A*. W wielkim worku skrzelowym, przez który wciąż przepływa woda, ciągnie się ukośnie wolne **s k r z e l e** *Br*; żołądek, jelita i inne trzewia skupione są w jednym kącie, tworząc tu **k ł ę b e k** zwany **j ą d r e m** (*Nu*), obok niego serce *C*; w ścianie ciała przebiegają silne, taśmowate,

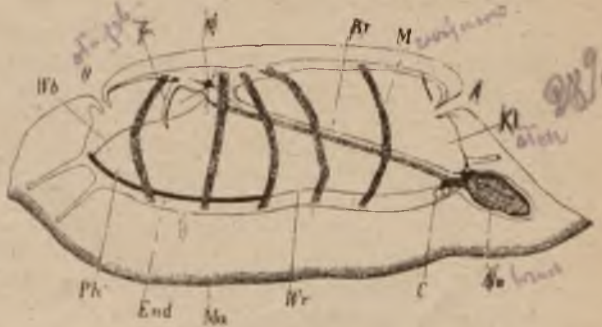


Ryc. 126. **Osłonica zbiorowa. Ożarek** *Botryllus violaceus*. *O* — otwór usł, *A* — wspólny otwór steku dla jednej grupy w gwiazdę ułożonych osobników.



Ryc. 127. **Żachwa** *Clavellina lepadiformis*. *O* — usta, *Br* — worek skrzelowy, *End* — endostyl, *Oe* — przełyk, *Md* — żołądek, *Kl* — stek, *A* — otwór wyrzutowy, *Af* — odbyt, *G* — zwój, *Gd* — gruczoł płciowy, *Gg* — przewód tegoż, *Sf* — korzenie czyli t. zw. stolony, przytwierdzające ciało do podłoża.

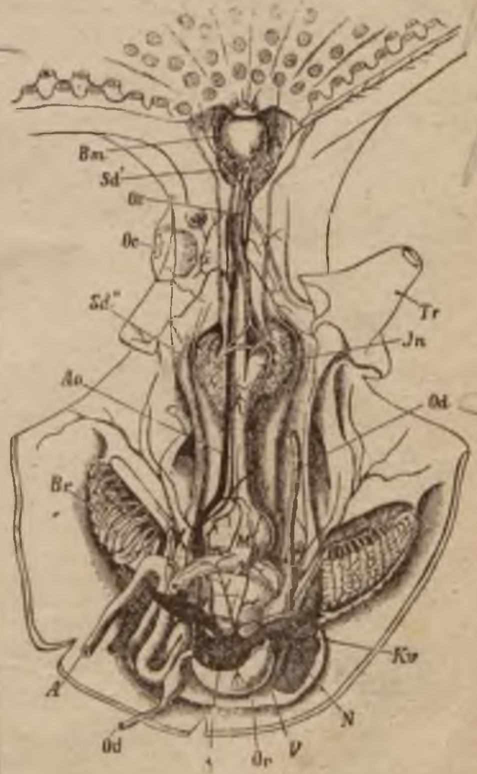
mięśnie obrączkowe. Sprzągla rozmnaża się na przemian drogą płciową i bezpłciową (przemiana pokoleń). Bezpłciowe rozmnażanie odbywa się drogą pączkowania, t. j.: na szczególnym wyrostku, t. zw. stolonie, powstają przez wypuklanie się ścianek ciała młode osobniki, przyczem tworzą się często całe zbiory czyli kolonie łańcuchowo z sobą połączonych osobników sprzągli. Każdy z nich rozmnaża się drogą płciową za pośrednictwem jaj i wytwarza pokolenie pojedynczo żyjących osobników.



Ryc. 128. **Sprzągla** *(Salpa democratica)*, z boku. *O* — otwór ust, *Ph* — ~~oddział przełykowy, *Kl* — stek~~, *A* — otwór stekowy, *Br* — skrzele, *N* — zwój nerwowy, *Ma* — płaszcz (osłona), *M* — taśmy mięśniowe, *End* — endostyl, *Nu* — skupione w kłębek trzewia, tworzące t. zw. jądro *(nucleus)*, *C* — serce.

Typ III. MIĘCZAKI (Mollusca).

Ciało miękkie, o budowie po większej części dwubocznie symetrycznej, nieczłonkowane; na brzusznej stronie istnieje zwykle m i ę s i s t a n o g a, a na grzbietowej fałd skóry — p ł a s z c z, pod którym ukryte są narządy oddechowe, najczęściej skrzela, rzadziej t. zw. płuca. Przewód pokarmowy opatrzony otworem ust i odbytu. Otwór ust bezbronny, niekiedy jednak uzbrojony szczękami oraz t. zw. językiem czyli t a r k ą, utworem mięsistym, pokrytym poprzecznymi szeregami ostrych ząbków; wątroba zwykle bardzo wielka. Układ nerwowy składa się z trzech głównych par z w o j ó w n e r w o w y c h: mózgowych, nożnych i trzewiowych, połączonych nitkowatemi s p o i d ł a m i. Skóra obfituje w liczne gruczołki, które na powierzchni płaszcza wydzielają często ciecz, zawierającą wiele soli wapiennych i tężejącą w skorupkę. Dzielą się na kilka gromad, z których najważniejsze są: g ł o w o n o g i, ś l i m a k i czyli b r z u c h o n o g i i m a ł ż e czyli b l a s z k o s k r z e l n e.



Ryc. 129. **Anatomia głowonoga.** *Bm* — masa otaczająca jamę ust. *Sd'*, *Sd''* — ślinianki, *Oe* — przełyk, *In* — wole, *M* — żołądek, *A* — koniec odsuniętej na bok odbytnicy, *Oc* — oko, *Tr* — lejek, *Br* — skrzele, *Ov* — jajnik, *Od* — jajowód, *N* — nerka, *Kv* — przedsionek, *C* — komora serca, *Ao* — aorta, *V* — żyły.

Gromada I. GŁOWONOGI (Cephalopoda).

Głowa wielka, wyraźnie od ciała odgraniczona, otwór ust otoczony 8 lub 10 wielkiemi ramionami, na głowie para wielkich oczu, noga przekształcona w t. zw. l e j e k. Skorupa jest zewnętrzna lub też ukryta pod skórą grzbietu. Są wyłącznie morskie.

Budowa głowonoga przedstawiona jest na ryc. 129. Jako przedstawiciel gromady służyć może m ą t w a (*Sepia*), jeden z najpospolitszych głowonogów.

O t w ó r u s t mątwy uzbrojony dolną i górną szczęką, nakształt papuziego dzioba, oraz t a r k ą z ostrymi ząbkami, otoczony jest dokoła 10 ramionami, na których od strony wewnętrznej znajdują się liczne przyssawki. Ośm ramion jest krótszych, a dwa dłuższe, kształtu odmiennego i tylko na wierzchołku opatrzone przyssawkami. Zapomocą ramion (ryc. 130.) chwyta zwierzę zdobycz, a przyssawkami przytwierdza się silnie do obcych przedmiotów. Jeżeli wyobrazimy sobie mątwę zwróconą ustami do przodu, wówczas wystająca workowata część ciała, t. zw. worek trzewiowy, zwrócony będzie wierzchołkiem ku tyłowi. Na stronie brzusznej znajdować się będzie przekształcona noga, mianowicie lejek, na grzbietowej zaś, pod skórą, płaska, tarczowata skorupka wapienna.



Ryc. 130. **Ośmiornica** *(Octopus macropus)*. *T* — lejek.

L e j e k jest to cewa wydłużona o dwu otworach: przednim węższym, tylnym zaś szerszym, ukrytym w j a m i e p ł a s z c z o w e j. Jama ta ograniczona jest sfałdowaniem skóry, które odpowiada płaszczowi zachodzącemu na brzuszną stronę ciała. Przedni, swobodny brzeg płaszcza może szczelnie przylegać do ciała i zamykać szparę, wiodącą do jamy płaszczowej, lub też może odchylać się. W tym ostatnim wypadku woda przenika do jamy płaszczowej; gdy zaś następnie po zaciśnięciu szpary kurczą się mięśnie płaszcza, woda zostaje z wielką siłą wyrzucona na zewnątrz przez lejek, wskutek czego mątwa za każdym razem posuwa się jakby skokiem w kierunku przeciwnym, a więc naprzód wierzchołkiem worka trzewiowego. Woda przepływająca przez jamę płaszczową opłukuje w ten sposób znajdujące się tam s k r z e l a piórkowate, w liczbie jednej pary. Otwór ust wiedzie do przełyku, przełyk do żołądka, z którego wybiega długie jelito, uchodzące na zewnątrz do jamy płaszczowej. Do tej jamy otwiera się także przewód g r u c z o ł u c z e r n i d ł o w e g o, który wydziela czarną ciecz. Zwierzę, przestraszone, wyrzuca tę ciecz na zewnętrz, mąci nią wodę dokoła, przez co może ukryć się przed wzrokiem prześladowcy. Do jamy płaszczowej uchodzą również przewody narządów wydzielniczych i rozrodczych.

U k ł a d n e r w o w y składa się z trzech głównych par zwojów, z których największe są mózgowe, oraz z licznych nerwów. Zwoje mózgowe ochrania t o r e b k a c h r z ą s t k o w a. Bardzo wysokiej organizacyi są o c z y; nadto w głowie znajdują się pęcherzykowate narządy, być może słuchowe.

N a r z ą d k r ą ż e n i a składa się z s e r c a, t ę t n i c, ż y ł i n a c z y ń w ł o s k o w a t y c h i jest wysoko rozwinięty.

Prócz mątwy należą do głowonogów: o ś m i o r n i c a (*Octopus vulgaris*), ż e g l a r e k (*Argonauta argo*). Te wszystkie głowonogi są dwuskrzelne; do czteroskrzelnych zaś, posiadających 2 pary skrzel piórkowatych, należy ł o d z i k (*Nautilus pompilius*), o sko-

rupie zewnętrznej, podzielonej wewnątrz na liczne komory, przyczem przegrody odgraniczające je są przebite otworami. Zwierzę zamieszkuje tylko pierwszą z kolei komorę, a z ciała jego ciągnie się poprzez wszystkie pozostałe komory rurka skorupowa, s y f o n, cienki utwór cewkowaty, przechodzący przez otwory przegród aż do ostatniej komory, gdzie przytwierdza się do ściany muszli. Do zaginionych, a niegdyś bardzo licznych postaci czteroskrzelnych głowonogów należą a m m o n i t y. Niektóre z głowonogów, żyjących dziś w wielkich głębiach oceanów, dosięgają potwornych wprost rozmiarów ciała.

Gromada II. Ślimaki czyli BRZUCHONOGI (Gastropoda).

Po większej części zaopatrzone skorupą, rzadziej nagie. Głowa wyraźna, zwykle z czułkami i oczami; na stronie brzusznej mięsista, silnie rozwinięta n o g a, płaska od spodu; na stronie grzbietowej p ł a s z c z, którego fałdy zachodzą także na boki. Oddychają zapomocą s k r z e l, rzadziej zapomocą t. zw. p ł u c a. Są obupłciowe (obojnakie). Jedne są lądowe, inne wodne, wiele bardzo jest morskich.



Ryc. 131. **Anatomia ślimaka winniczka** *(Helix pomatia)*, trzewia wypreparowane. *Cg* — zwój mózgowy, *Sp* — ślinianki, *M* — żołądek, *D* — jelito, *L* — wątroba, *A* — odbyt, *N* — nerka, *At* — przedsionek serca, *C* — komora serca, *Pl* — płuco, *Zd* — gruczoł obojnaki, *Ed* — gruczoł białkowy, *Pr* — gruczoł przyprątny, *Ut* — macica, *Rs* — zbiornik plemniowy, *Dr* — gruczoł dodatkowy, *Ps* — woreczek strzałki, *Mr* — mięsień wciągacz, *Sk* — mięsień wrzecionowaty.

Jako przedstawiciel służyć może nasz ś l i m a k w i n n i c z e k (*Helix pomatia*, ryc. 131.). Na głowie dwie pary czułków wysuwalnych i otwór ust; na tylnej parze czułków osadzone są drobne oczy. Noga bardzo wielka; skóra na grzbiecie tworzy płaszcz, który wydziela skorupę śrubowato skręconą (ryc. 132.). Winniczek zamyka na zimę ujście skorupy denkiem wapiennem i zapada w sen zimowy. Otwór ust ograniczają wargi: górna i dolna; pod wargą górną zrogowaciała szczęka, a w głębi jamy ustnej t a r k a, pokryta poprzecznymi szeregami licznych ząbków. W skład organów trawienia wchodzą jeszcze: przełyk, gruczołki ślinowe, żołądek, wątroba i jelito. Po prawej stronie ust znajduje się o t w ó r o d d e c h o w y, prowadzący do obszernej jamy oddechowej, zwanej p ł u c e m. Krew bezbarwna, serce składa się z komory i przedsionka; krew wypływa z serca tę-



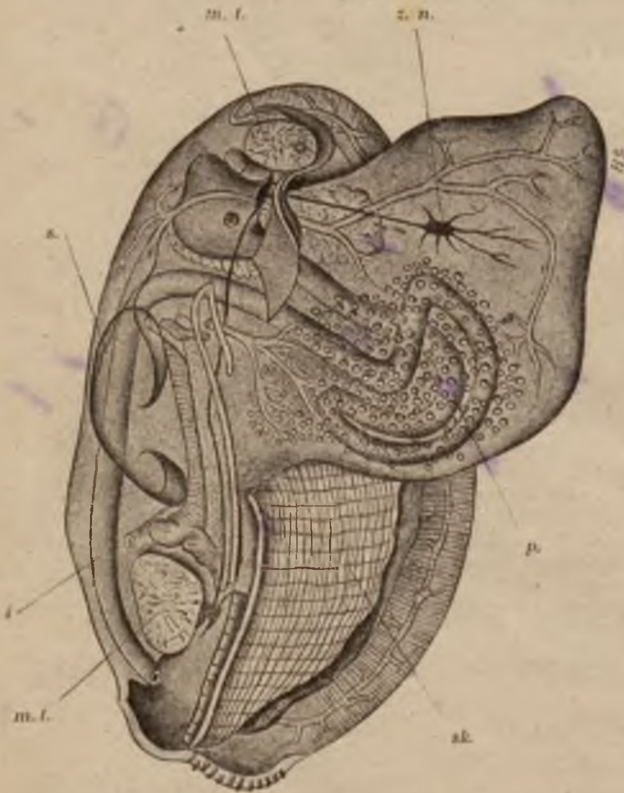
Ryc. 132. **Przecięcie przez muszlę ślimaka winniczka.**

tnicami, powraca doń żyłami, lecz nie płynie ona wyłącznie w naczyniach zamkniętych, ale po części także wprost w jamie ciała. Układ nerwowy, jak u innych mięczaków, składa się z trzech głównych par zwojów, połączonych spoidłami i wysyłających liczne nerwy; największe są zwoje mózgowe.

Z innych brzuchonogów zasługują na uwagę nasze słodkowodne ślimaki, jak błotniarka (*Limnaeus*), zatoczek (*Planorbis*), żyworodka (*Paludina*); lądowe nagie: pomrów i ślinik (*Limax, Arion*), oraz bardzo liczne ślimaki morskie, o ozdobnych skorupach (rozkolce, stożki, porcelanki i t. d.).

Gromada III. MAŁŻE czyli BLASZKOSKRZELNE (Lamellibranchiata).

Małże, pospolite w wodach naszych mięczaki o skorupach dwudzielnych, nie posiadają zróżnicowanej głowy, ani też szczęk ani tarki u otworu ust. Płaszcz złożony z dwu obszernych fałdów błoniastych, okrywających ciało z boków. Pomiędzy płaszczem a ciałem z każdej strony po dwa skrzela blaszkowate (stąd nazwa gromady). Brzegi prawej i lewej połowy płaszcza, przyrośnięte do skorupy, przylegają do siebie na brzusznej stronie w ten sposób, że pozostawiają trzy wolne szpary: jedną większą z przodu, przez którą może się wysuwać na zewnątrz wielka mięsista noga, oraz dwie tylne, jedna nad drugą, z których dolna wciąga wodę do jamy płaszczowej, górna zaś służy do wydalania na zewnątrz pobranej wody, po opłukaniu skrzel. U niektórych małżów brzegi tylnych szpar, wciągającej i wypuszczającej wodę, wydłużają się w krótsze lub dłuższe cewki, t. zw. syfony. W nodze niektórych morskich małżów znajdują się



Ryc. 133. Budowa anatomiczna szczeżui wyjętej z muszli; płaszcz i skrzela z prawej strony usunięte, osierdzie otworzone, wątroba prawej strony nie narysowana, trzewia i układ nerwowy przedstawione nieco schematycznie. *j* — jelito odbytowe, *m. p.* — mięsień przywodzący przedni (w przecięciu), *m. t.* — mięsień przywodzący tylny (w przecięciu), *p.* — noga (w niej przebijają skręty jelita oraz elementy płciowe), *s.* — serce, *sk.* — skrzela, *z. n.* — zwój nerwowy nożny, połączony nerwami ze zwojem mózgowym, który znów łączy się z trzewiowym (poniżej tylnego mięśnia przywodzącego); zwoje i nerwy przedstawione czarno.

gruczoły wydzielające ciecz, która szybko tężeje w wodzie w postaci pęczka nitek, zwanego bisiorem; służy on zwierzęciu do przyczepiania się.

Obie połówki skorupy są połączone na stronie grzbietowej zapomocą sprężystego więzadła, a nadto bardzo często zapomocą t. zw. zawiasy, gdzie zęby jednej połowy skorupy przenikają pomiędzy odpowiednie zagłębienia drugiej. Ku wewnętrznej powierzchni obu połów skorupy biegną z ciała małża dwie (przednia i tylna) albo jedna para mięśni. Gdy mięśnie się kurczą, skorupa się zamyka, gdy zaś się rozkurczają, więzadło powraca do pierwotnego stanu, kurczy się i otwiera skorupę. Wewnętrzna powierzchnia skorupy jest powleczona warstwą mieniącą się tęczowemi barwami, t. zw. warstwą perłową. U niektórych małżów płaszcz drażniony obcemi ciałkami, n. p. ziarnkami piasku, które przenikły przypadkowo do wnętrza, wydziela dokoła nich znaczne ilości masy perłowej, przez co powstają perły.



Ryc. 134. **Schemat przecięcia poprzecznego przez ciało skójki.** *j.* — jelito (u góry otoczone przez serce), *l. s.* — blaszki czyli listki skrzelowe, *n.* — nerki, *ng.* — noga, *p.* — płaszcz, *pł.* — narządy płciowe, *s.* — skorupa, *z.* — zawiasa.

Do małżów należą ze słodkowodnych szczeżuja (*Anodonta* ryc. 133.), skójka (*Unio*, ryc. 134.); z morskich: perłopław (*Meleagrina margaritifera*) z oceanu Indyjskiego, świdrak (*Teredo*), świdruje drzewo, niszcząc ściany okrętów, tamy, groble, skałotocz (*Pholas*), świdruje skały, ostryga jadalna (*Ostraea edulis*).

Oprócz głowonogów, brzuchonogów i małżów do mięczaków należy jeszcze gromada **skrzydłonogów** (*Pteropoda*). Są to mięczaki morskie, drobne, o nodze mającej postać dwu płytw skrzydlatych; występują niekiedy w olbrzymich masach, służąc za pokarm wielorybom i innym zwierzętom morskim, n. p. *Hyalaea* (ryc. 135.).



Ryc. 135. **Skrzydłonóg** *Hyalaea complanata*. *g.* — zwój nerwowy, *p.* — przełyk, *s.* — wyrostek skrzydlaty.

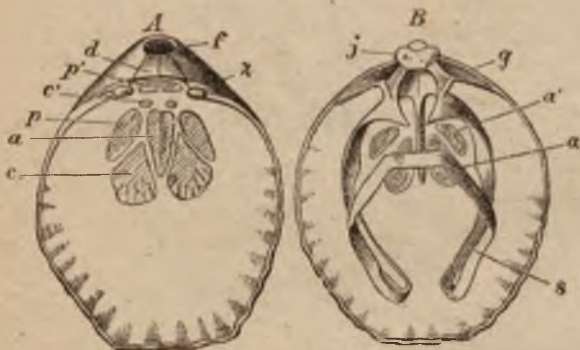
Typ IV. MIĘCZAKOWATE (Molluscoidea).

Do tego typu, obejmującego niewiele postaci dziś żyjących, należą zwierzęta wodne o ciele dwubocznie symetrycznem, otoczone dwudzielną

skorupką albo też jednolitą pochewką, najczęściej przytwierdzone do różnych przedmiotów podwodnych. Dokoła otworu ust posiadają dwa silne ramiona czułkowate lub liczne czułki. Dzielą się na dwie gromady: 1) Ramienionogi (*Brachiopoda*) i 2) Mszywioły (*Bryozoa*) — pierwsze, wyłącznie morskie, o skorupce dwudzielnej, z dwoma ramionami czułkowatymi dokoła ust; drugie z pochewką dokoła ciała, z licznemi czułkami dokoła ust, słodkowodne i morskie.

Gromada I. RAMIENIONOGI (Brachiopoda).

Ramienionogi mają, podobnie jak małże, skorupkę dwudzielną. Skorupka ta jednak nie składa się, jak u małżów, z części bocznej, prawej i lewej, lecz jedna część skorupki jest brzuszna, druga grzbietowa. Obie połówki skorupy są zwykle niejednakowe, brzuszna jest często bardziej wypukła i w kształcie dzioba wystaje poza brzeg grzbietowej. W tym dzióbie części brzusznej znajduje się zwykle otwór, przez który przechodzi słupek, służący do przytwierdzenia się zwierzęcia do podłoża. Niektóre nie mają słupka, a przyczepiają się do podłoża jedną z połówek. Obie części są albo połączone z sobą zawiasą, złożoną z ząbków, albo też nie mają zawiasy; otwieranie i zamykanie się skorupki odbywa się zapomocą mięśni wewnętrznych. Skorupka jest wapienna albo rogowa. Ciało okryte płaszczem błoniastym, złożonym z dwu płatów: grzbietowego i brzusznego, które wyścielają wewnętrzne powierzchnie obu części skorupki. Po bokach otworu ust znajdują się ramiona czułkowate po jednem z każdej strony. Bardzo często są one podparte szczególnymi, rozrośniętymi wyrostkami wapiennymi, również po jednym z każdej strony; wyrostki te (ryc. 136., *s*) znajdują się na wewnętrznej powierzchni części grzbietowej skorupki i są zwykle spiralnie skręcone. Ramiona czułkowate służą, jak i płaszcz, do oddychania, a ruchami swymi pędzą także wodę z cząstkami pokarmu ku ustom. Przełyk otoczony pierścieniem nerwowym i parą zwojów na stronie brzusznej; nadto są i pewne zwoje dodatkowe. Serce po-



Ryc. 136. **Ramienionóg** *Waldheimia flavescens*. *A* — część brzuszna skorupy, *B* — grzbietowa, *f* — otwór w dzióbie, *z* — ząbki zawiasy, *a*, *a'*, *c*, *c'* — mięśnie otwierające i zamykające skorupę, *p*, *p'* — mięśnie słupka, *s* — wyrostki służące do podparcia ramion czułkowych.



Ryc. 137. *Rhynchonella sublacunosa* (ramienionóg odkryty przez prof. Szajnochę, kopalny, z Jury). U góry skorupa widziana z boku, poniżej — od strony szerokiej powierzchni górnej i dolnej, u dołu — widziana od przodu.

nad przewodem pokarmowym. Ramienionogi zamieszkują wyłącznie morza, niektóre żyją w wielkich głębiach. Obecnie bardzo nieliczne, w dawnych zaś epokach geologicznych występowały nader obficie. Tu należą n. p. przewiertka (*Terebratula*), *Terebratulina, Waldheimia, Rhynchonella* (ryc. 137.) i inne.

Gromada II. MSZYWIOŁY (Bryozoa).

Nazwa pochodzi stąd, że całe zbiory czyli kolonie (krzaczki) tych zwierząt powlekają, jak mech, różne przedmioty podwodne. Ciało okryte pochewką galaretowatą, błoniastą lub zwapniałą. Dokoła ust liczne czułki orzęsione, osadzone okółkiem na brzegu tarczy okrągłej lub w kształcie podkowy. Przednia część ciała wraz z tarczą czułków wysuwać się może z pochwy na zewnątrz. Brak płaszcza i serca. Jelito tworzy pętlę, a odbyt znajduje się w pobliżu ust. Zwykle tworzą zbiory czyli kolonie (ryc. 138.). Ciało osobnika drobne, tylko pod mikroskopem dobrze widzialne, lecz kolonie dosięgają nawet ćwierć metra średnicy. Przeważnie żyją w morzach, niektóre w wodach słodkich. Tu należą n. p. niewieczka (*Palmicella*), rozpiórka (*Plumatella*).



Ryc. 138. **Rozpiórka** (*Plumatella repens*). Część kolonii. *Lp* — tarcza z czułkami. *D* — jelito.

Typ V. STAWONOGI (Athropoda).

Do tego nader obszernego typu należą zwierzęta o ciele dwubocznie symetrycznem, złożonem z licznych odcinków czyli segmentów (*metamer*). Pewne grupy odcinków ciała łączą się zwykle w większe oddziały: głowę, tułów i odwłok; niekiedy głowa i tułów tworzą całość czyli głowotułowie, albo też tylko głowa jest wyróżniona, a tułów z odwłokiem tworzy całość. Skóra posiada na zewnętrznej powierzchni twardą powłokę z chityny; na granicy sąsiednich odcinków skóra jest bardzo cienka, wskutek czego mogą one zasuwać się częściowo na siebie przez fałdowanie się tej skóry pogranicznej, albo też mogą rozsuwać się wzajemnie. W związku z odcinkami ciała znajdują się ułożone parami przysadki czyli odnóża, które również składają się z pierścieni zestawionych ruchomo (stąd nazwa stawonogi); w różnych okolicach ciała odnóża te bywają rozmaicie wykształcone lub całkiem nierozwinięte.

Układ nerwowy stawonogów składa się z mózgu czyli zwoju mózgowego, o budowie parzystej, leżącego ponad przełykiem, oraz z szeregu zwojów na brzusznej stronie ciała, również o budowie parzystej. Mózg łączy się z pierwszym zwojem brzusznym zapomocą dwu bocznych spoideł, przez co przełyk otoczony jest jakby obrączką nerwową, zwaną obrączką okołoprzełykową, zaś sąsiednie zwoje brzuszne łączą się z sobą zapomocą pary podłużnych spoideł nerwowych. Z mózgu i zwojów brzusznych wychodzą nerwy do różnych narządów. Oczy są umieszczone na głowie i najczęściej mają budowę złożoną, a mianowicie składają się z bardzo wielu drobnych jakby

oczek, z których każde ma swoją własną rogówkę i stożek przezroczysty (t. zw. krystaliczny), łamiący światło. U wielu stawonogów istnieją też narządy równowagi w głowie lub w innych miejscach ciała, a także narządy węchowe i smakowe.

Przewód pokarmowy składa się, jak u innych zwierząt, z przełyku, żołądka i jelita, uchodzącego na zewnątrz odbytem. **Oddychają** albo zapomocą rozgałęzionych rurek czyli tchawek (*tracheae*), które rozprowadzają powietrze wewnątrz ustroju, a uchodzą na zewnątrz otworkami z boków ciała, albo też zapomocą skrzel (*branchia*), które znajdują się na powierzchni ciała, zwykle w związku z odnóżami. Dlatego też odróżniamy stawonogi tchawkodyszne (*Tracheata*) i skrzelodyszne (*Branchiata*). Pierwsze, do których należą owady, wije, pazurnice i pajęczaki, są lądowe; drugie, do których należą skorupiaki, są wodne.

Układ krążenia stawonogów nie jest zamknięty, to znaczy, że krew nie płynie wyłącznie w rurkach zamkniętych czyli w naczyniach krwionośnych, lecz przenika z tych naczyń albo też wprost z serca do jamy ciała i krąży wolno pomiędzy trzewiami. W sercu znajdują się otworki, przez które przenika do niego krew z jamy ciała, przyczem serce mieści się zawsze, w przeciwieństwie do kręgowców, po stronie grzbietowej ciała.

U skrzelodysznych czyli skorupiaków istnieje para nerek, t. j. organów wydzielniczych, które samodzielnie uchodzą na zewnątrz w przedniej części ciała; u tchawkodysznych zaś, n. p. u wijów, owadów, czynności nerek spełniają szczególne rurki, otwierające się do tylnego oddziału jelita; są to cewki Malpighiego. U wielu stawonogów młode różnią się bardzo od dorosłych, inaczej mówiąc, są larwami i podlegają przeobrażeniom.

Stawonogi dzielimy na dwie główne grupy:

A) Tchawkodyszne (*Tracheata*), do których należą cztery gromady:

I. Owady (*Insecta*). III. Pazurnice (*Onychophora*).
II. Wije (*Myriopoda*). IV. Pajęczaki (*Arachnoidea*).

B) Skrzelodyszne (*Branchiata*), do których należy jedna tylko gromada:

V. Skorupiaki (*Crustacea*).

A) Tchawkodyszne (Tracheata).

Gromada I. OWADY (Insecta).

Owady, których budowę możemy rozpatrzyć n. p. na chrabąszczu, mają ciało wyraźnie zróżnicowane na głowę, tułów i odwłok.

Na **głowie** znajduje się para rożków (*antennae*, ryc. 139.), nieparzysta warga górna (*labrum*) oraz trzy pary przysadek, stanowiących główne uzbrojenie paszczy (ryc. 140., 141. i 142.). Pierwsza para nosi nazwę żuwaczek (*mandibulae*), które są silne i zazębione; druga para to szczęki (*maxillae*), opatrzone z boku wyrostkiem członkowanym czyli głaszczkiem (*palpus*), wreszcie trzecia para przysadek, mniej lub więcej zrosła z sobą w jedną całość, to t. zw. warga dolna czyli szczęki drugiej pary (*labium*), opatrzone również z boków głaszczkami. Tak są zbudowane części paszczowe, n. p. u chrabąszcza, karakona i innych owadów gryzących (ryc. 142.). U tych zaś, u których części paszczowe

służą do nakłuwania, ssania lub lizania pokarmu, wymienione części są odpowiednio zmienione, a niektóre z nich są w zaniku. Podobnie jak



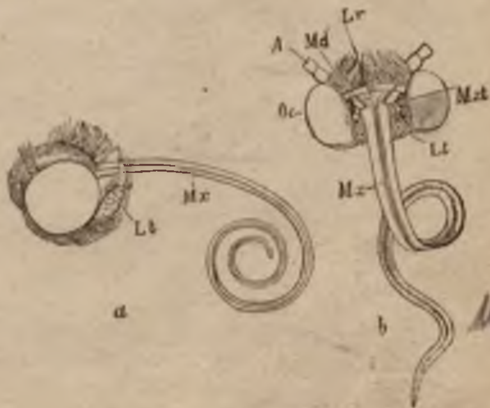
Ryc. 139. **Różne rodzaje rożków (czułków) u owadów,** n. p. *a* — u pasikonika, *b* — u szczypicy, *c* — u mącznika, *d* — u sprężyka, *f* — u pszczoły, *g* — u sylfy, *h* — u grobarza, *i* — u chrabąszcza.

u innych stawonogów, skóra owadów jest pokryta chityną; na granicy zaś sąsiednich pierścieni, gdzie skóra tworzy sfałdowania, jest ona bardzo miękka i nader uboga w chitynę.

Tułów (*thorax*) owadów składa się z trzech pierścieni, zwanych przedtułowiem (*prothorax*), śródtułowiem (*mesothorax*) i zatułowiem (*metathorax*), które często są z sobą silnie zrośnięte w jedną całość. Do każdego pierścienia tułowia od strony brzusznej przytwierdza się para kończyn: owad zatem posiada trzy pary kończyn. Każda noga jest członkowana i składa się z pięciu głównych części: biodra (*coxa*), krętarza (*trochanter*), uda (*femur*), goleni (*tibia*) i stopki lub podymu (*tarsus*), który składa się jeszcze z pewnej liczby drobniutkich członków. Nadto u owadów opatrzonych dwiema parami skrzydeł, n. p. u chrabąszcza, pierwsza para (która tutaj jest twarda i nosi nazwę pokryw skrzydłowych) przymocowuje się do śródtułowia, druga para (u chrabąszcza miękka, błoniasta) do zatułowia.



Ryc. 140. **Części paszczowe samicy komara.** *Lbr* — górna warga, *Lb* — dolna warga (szczęka 2-ej pary), *Lt* — głaszczki wargowe, *Md* — żuwaczka, *Mx* — szczęka 1-szej pary, *H* — podgardle.



Ryc. 141. **Części paszczowe motyli:** *a* — z boków, *b* — od przodu. *A* — rożki (czułki), *Oc* — oczy, *Lr* — warga górna, *Md* — wyrostki górnej wargi, *Mx* — szczęka 1-ej pary, *Mxt* — głaszczki tychże, *Lt* — głaszczki wargowe (w *b* odcięte).



Ryc. 142. **Części paszczowe karakona:** *a* — głowa z przodu, *Oc* — przyoczka, *Mxt* — głaszczki szczękowe, *Lt* — głaszczki wargowe, *b* — warga górna *(labrum)*, *c* — żuwaczki *(Md)*, *d* — szczęki (pierwszej pary), *C, St* — dwa człony podstawowe szczęk *(cardo* i *stipes)*, *L. in*, *L. ex* — płat wewnętrzny i zewnętrzny, *e* — warga dolna czyli szczęki 2-ej pary, złożone z dwu połów.



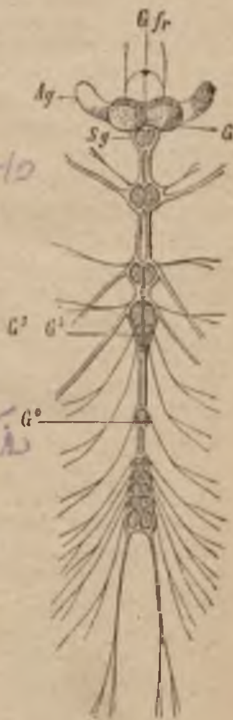
Ryc. 143. **Głowa trutnia**, na której widać parę oczu złożonych, trzy przyoczka i rożki (czułki).

Odwłok (*abdomen*) jest beznogi i najczęściej składa się z 10 odcinków czyli pierścieni.

Na głowie znajduje się para oczu złożonych (ryc. 143.). Nadto u wielu owadów na wierzchu głowy znajdują się drobne oczy pojedyncze, t. zw. przyoczka, w rozmaitej ilości. U niektórych owadów prostoskrzydłych odkryto narząd uważany za słuchowy. Na rożkach mieści się organ węchu, który u wielu owadów jest doskonale rozwinięty; wiadomo, że muchy plujki zlatują się nieraz z wielkiej odległości do gnijącego mięsa, na którem składają jaja, a są wyłącznie wabione wonią.

Układ nerwowy owadów, jak innych stawonogów, składa się z mózgu, obrączki okołoprzełykowej i łańcucha zwojów brzusznych, połączonych podłużnemi spoidłami (ryc. 144.).

Przewód pokarmowy składa się z paszczy, do której uchodzą przewody ślinianek, z przełyku, żołądka i jelita, którego część końcowa zowie się jelitem odbytowem; u początku tegoż otwierają się cewki Malpighiego czyli wydzielnicze (ryc. 145.).



Ryc. 144. **Układ nerwowy biedronki.** *Ag* — zwoje oczne, *G* — mózg, *Gfr* — t. zw. zwój czołowy, *Sg* — zwój podprzełykowy, G^3 G^6 — zwoje brzuszne.

Owady **oddychają** zapomocą tchawek (*tracheae*). Są to nader delikatne rurki, wysłane wewnątrz spiralnie skręconą nitką chitynową, dzięki czemu ścianka ich jest sprężysta i nie zapada się. Tchawki zaczynają się otworkami z boków pierścieni ciała, t. zw. przetchlinkami (*stomata*), i początkowo tworzą grube pnie, lecz w miarę, jak coraz bardziej się rozgałęziają i przenikają w głąb ciała pomiędzy różne trzewia, stają się coraz

cieńsze; powietrze przenika przez nie do wnętrza ciała. U pszczół i niektórych innych owadów tchawki tworzą tu i ówdzie pęcherzowate rozszerzenia pomiędzy trzewiami (ryc. 150.).

Długie serce owadów znajduje się na stronie grzbietowej i składa się z wielu komór opatrzonych z boków otworkami, przez które krew z jamy ciała przenika do ich wnętrza. Przez skurcz komór, krew posuwa się wewnątrz serca od tyłu ku przodowi, na przodzie zaś wylewa się z krótkiej tętnicy do jamy ciała, krążąc pomiędzy trzewiami. U owadów krążenie jest więc otwarte.

Niektóre owady, wylęgające się z jajeczek, różnią się od dorosłych tylko brakiem skrzydeł i niedojrzałością narządów rozrodczych, a pobierając ciągle pokarm, rosną i otrzymują postać ostateczną, jak to widzimy n. p. u karakona, pasikonika. Jest to t. zw. przeobrażenie niezupełne. Inne natomiast wylęgają się z jaj jako larwy czyli gąsienice, zupełnie niepodobne do dorosłych, zwykle wydłużone, robakowate, beznogie (n. p. czerwie much) lub nóżkami opatrzone (n. p. gąsienice motyli) i żywiące się inaczej niż owad dorosły. Po pewnym czasie gąsienica przestaje pobierać pokarm i poruszać się, przechodzi w stan poczwarki (*pupa*), z której dopiero wylęga się owad dojrzały (*nympha*). Bardzo często gąsienice przed przepoczwarczeniem snują naokoło siebie nitkę, z której powstaje oprzęd czyli kokon, osłaniający poczwarkę, jak to n. p. widzimy u motyli prządek. Takie przeobrażenie nazywamy zupełnem (ryc. 146.). Niektóre owady, n. p. oleice, przechodzą w swym rozwoju kilka stanów gąsienic i poczwarek, ich więc przeobrażenie jest bardzo złożone (ryc. 148.).



Ryc. 145. **Przewód pokarmowy pszczoły.** *Sp* — gruczoły ślinowe, *Oe* — przełyk z wolem, *M* — jelito środkowe, t. zw. mleczkowe, *Re* — cewki Malpighiego, *R* — odbytnica wraz z gruczołami odbytowymi, *G. Dr.* — gruczoły jadowe.

Liczymy setki tysięcy gatunków owadów, a liczne z nich odgrywają bardzo doniosłą rolę w ekonomii przyrody i w życiu człowieka. Pomiędzy nimi istnieją bardzo liczne szkodniki, n. p. filoxera, niszcząca winorośl, chrząszczyk kolorado, niszczyciel kartofli, kornik drukarz, niszczący najpiękniejsze lasy iglaste, oraz liczne szkodliwe dla drzew i warzyw gąsienice motyli. Inne znów, n. p. moskity lub komary, przenoszą przez ukłucie zarazki chorób do krwi; widliszek (*Anopheles*) przenosi do krwi ludzkiej zarazki malaryi. Z drugiej strony owady są bardzo pożyteczne przez to, że przyczyniają się do zapylania kwiatów. Niektóre przynoszą wielki pożytek człowiekowi n. p. pszczoły, wytwarzające miód i wosk, jedwabniki,

których kokony dają jedwab, galasówki, które, nakłuwając liście dębowe, powodują powstanie narośli garbnikowych. Wreszcie owady zasługują na szczególną uwagę z powodu wielu niezmiernie interesujących instynktów, napotykanych głównie u postaci towarzysko żyjących, n. p. u pszczół i mrówek.



Ryc. 146. **Kałużnica czarna** *(a)*, **jej gąsienica** *(b)* **i poczwarka** *(c)*.

Dzielimy je na następujące rzędy najważniejsze:

Rząd 1. CHRZĄSZCZE (Coleoptera).

Części paszczowe służą do żucia; skrzydła pierwszej pary twarde (pokrywy), drugiej — miękkie, błoniaste; przeobrażenia zupełne. Ogromnie są liczne, znamy około 90.000 gatunków.

Do **pięcioczłonkowych** (*Pentamera*), t. j. posiadających pięcioczłonkowe podymy nóg, należą szczypawki czyli biegacze (*Carabidae*), pływaki (*Dytyscidae*) oraz drobne

Ryc. 147. **Stadya rozwoju jaja kałużnicy czarnej** *(Hydrophilus piceus)*. *Gg* — rosnące ku sobie brzegi paska zarodkowego dla utworzenia błony ochronnej *(Am)*, *Kl* — płaty głowowe, *A* — rożki, *Md* — żuwaczki, *Mx'*, *Mx''* — szczęki pierwszej i drugiej pary, *Af* — odbyt. W *f*, *g*, *h* widać, że początkowo zarodek zajmuje na jaju wązki pasek.

kręttaczki (*Gyrynidae*). Z kolei zaliczamy tu skórniki (*Dermestidae*), chrząszczyki udające martwe przy dotknięciu; gąsienice ich niszczą futra, skóry, zbiory owadów i t. p.; blaszkorogie (*Lamellicornia*), o rożkach z końcowymi członkami zwykle wachlarzowato rozpostartymi, do których należą największe, n. p. jelonek (*Lucanus cervus*), rohatyniec (*Oryctes nasicornis*), chrabąszcz (*Melolontha*); dalej sprężyki (*Elateridae*), n. p. *Agriotes segetis*; wreszcie zmiękowate (*Malacodermata*), o miękkiem pokryciu ciała, do których należy świetlik świętojański (*Lampyris noctiluca*).

Do chrząszczy **nierównoczłonkowych** (*Heteromera*), posiadających podymy tylnej pary nóg czteroczłonkowe, należą majka lekarska zwana także muchą hiszpańską (*Lytta vesicatoria*), po wysuszeniu dostarczająca materyału na wezykatorye, oleica (*Meloe*). Oleica, jak i bardzo pokrewny gatunek *Sitaris*, odznaczają się nader złożonym przebiegiem przeobrażeń (kilka postaci gąsienic i poczwarek, ryc. 148.), które odbywają się w gniazdach podziemnych pewnych owadów pszczołowatych, głównie rodzaju *Antophora*.



Ryc. 148. **Przeobrażenia chrząszcza** *Sitaris humeralis*. *a* — pierwsza postać gąsienicy, *b* — druga postać gąsienicy, *c* — stadyum spoczywającej gąsienicy (pozornej poczwarki), *d* — ostatnia postać gąsienicy, *e* — poczwarka.

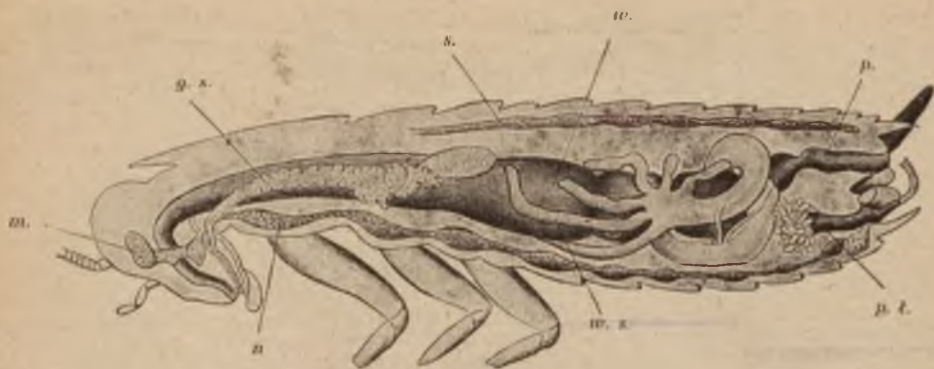
Do chrząszczy **czteroczłonkowych** (*Tetramera*), posiadających wszystkie podymy o czterech członeczkach, należą ryjkowce (*Curculionidae*), o głowie wyciągniętej w długi ryjek, zakończony otworem paszczowym; pomiędzy nimi wiele szkodników, n. p. wołek zbożowy (*Calandra granaria*); korniki (*Bostrychidae*), których gąsienice przebywają pod korą drzew, ryjąc tu chodniki, przez co niszczą najpiękniejsze nieraz lasy, n. p. kornik drukarz (*Bostrychus typographus*). Nadto należą tu kózki (*Cerambycidae*), których gąsienice toczą drzewa, n. p. piżmówka wierzbówka (*Aromia moschata*) i kozioróg wielki (*Cerambyx heros*). Wreszcie zaliczamy do czteroczłonkowych złotki (*Chrysomelidae*) o ciele wypukłem, zwykle metalicznie błyszczącem, n. p. złotka kolorado (*Doryphora decemlineata*) z Ameryki północnej, wielki niszczyciel kartofli, i stonka (*Chrysomela*).

Wreszcie do chrząszczy **trójczłonkowych** (*Trimera*), posiadających wszystkie podymy nóg o trzech członeczkach, należą biedronki (*Coccinellidae*), o ciele wypukłem; za dotknięciem popadają w rodzaj omdlenia, wydzielają ostrą ciecz żółtą; przynoszą pożytek przez tępienie mszyc, n. p. biedronka siedmiokropkowana (*Coccinella septempunctata*).

Rząd 2. PROSTOSKRZYDŁE czyli SZARAŃCZAKI (Orthoptera).

Skrzydła pierwszej pary twardsze, skórkowate, wązkie, drugiej — błoniaste, szerokie, wachlarzowato złożone i w czasie spoczynku ukryte pod pierwszemi. Części paszczowe gryzące, jak u chrząszczy, przeobrażenia niezupełne.

Tu należą: skórki (*Forficulidae*) z krótkiemi skrzydłami pierwszej pary i dużemi cęgami na końcu odwłoka, karakony (*Blattidae*, ryc. 149.), szarańcze (*Acrididae*) o rożkach krótkich i nogach trzeciej pary silnie wydłużonych, n. p. szarańcza wędrowna (*Pachytylus migratorius*) i konik polny (*Stenobothrus, Acridium*), pasikoniki (*Locustidae*), podobne do poprzednich, lecz o rożkach długich, n. p. pasikonik zielony (*Locusta viridissima*), samce cierkają, trąc pokrywy skrzydłowe jedną o drugą; świerszcze (*Gryllidae*), n. p. świerszcz (*Gryllus*) i turkuć podjadek



Ryc. 149. **Budowa anatomiczna karakona.** *m.* — zwój mózgowy (nadprzełykowy), *g. s.* — gruczoł śluzowy, *w.* — wole, *w. s.* — wyrostki palcowate jelita środkowego, *p.* — jelito proste, *p. ł.* — narząd płciowy, *n.* — łańcuch nerwowy brzuszny, *s* — serce.

(*Gryllotalpa*). Z prostoskrzydłych, żyjących w krajach ciepłych, zasługują na uwagę liściec (*Phyllium siccifolium*) i konarek (*Phasma*), naśladujące postacią ciała i barwą liść albo też suchą gałązkę, co stanowi t. zw. naśladownictwo czyli mimikrye.

Rząd 3. SIATKOSKRZYDŁE czyli SIECIARKI (Neuroptera).

Dwie pary skrzydeł jednakowych, błoniastych, siatkowo żyłkowanych; części paszczowe gryzące, przeobrażenia zupełne.

Tu należą: mrówkolew (*Myrmeleon*), którego gąsienica kopie w piasku lejkowaty dołek, gdzie czatuje na wpadające do niego mrówki i wysysa je zapomocą szczęk sierpowatych; dalej złotook (*Chrysopa*), chróściki (*Phryganidae*), których gąsienice zamieszkując wody, sporządzają sobie misterne pochewki z kawałków drzewa, mchu, piasku, kamyków, muszelek i t. d. i dźwigają te pochewki z sobą.

Rząd 4. PRASIATNICE (Pseudoneuroptera).

Skrzydła i części paszczowe, jak u sieciarek, lecz przeobrażenia niezupełne. Dorosłe owady latają nad wodami i znane są powszechnie.

N. p. świtezianka (*Calopteryx*), ważka (*Libellula*) żagnica (*Aeschna*); gąsienice przebywają w wodzie i są bardzo drapieżne; warga dolna gąsienicy przekształcona jest w t. zw. maskę, narząd chwytny, osadzony na długiej łodyżce, która może się składać i wyciągać nakształt ręki zginanej i rozginanej w stawie łokciowym. Dalej należą tu jętki (*Ephemeridae*) o odwłoku zakończonym trzema długiemi szczecinkami; gąsienice ich żyją przez kilka lat w wodzie, owad dorosły lata zaledwie kilka godzin i zaraz po złożeniu jaj ginie.

Z wymienionemi prasiatnicami spokrewnione są **termity** czyli **bielce** (*Termitidae*), zamieszkujące kraje gorące, przeważnie w Ameryce i Afryce; żyją gromadnie, a roje ich składają się ze skrzydlatych samców i samic, robotnic i żołnierzy; zakładają gniazda w pniach drzewnych, na drzewach lub na ziemi, a budują je nieraz w postaci wielkich kopców; niszczą często ludzkie zabudowania drewniane, nie nadwerężając zewnętrznej powierzchni ścian, lecz tocząc je wewnątrz.

Rząd 5. BŁONKOSKRZYDŁE czyli BŁONKÓWKI (Hymenoptera).

Błonkówki, których najbardziej znaną przedstawicielką jest pszczoła (ryc. 150.) mają uzbrojenie paszczowe złożone z żuwaczek, ze służących

do żucia szczęk i wargi dolnej, silnie wydłużonych i przekształconych w przyrząd do zlizywania (ryc. 151.); u samicy pszczoły i wielu innych błonkówek ostatnie pierścienie odwłoka są przekształcone w żądło, które jest w związku z gruczołem jadowym, u niektórych zaś gatunków tworzą pokładełko czyli cewkę do składania jaj. Lot nader wytrwały dlatego, że podczas niego oba skrzydła każdej strony sczepiają się z sobą brzegami zapomocą delikatnych haczyków, tworząc jedną jakby błonę. Przeobrażenia zupełne.



Ryc. 150. **Anatomia pszczoły.** W głowie odsłonięty jest mózg, w odwłoku widać odsłonięty: przewód pokarmowy (z prawej strony), środkiem brzuszny łańcuch nerwowy, workowate rozszerzenia tchawek (z lewej strony); w części grzbietowej odwłoka, odgiętej na stronę prawą, widać rurkę serca.

Niektóre **pszczołowate,** n. p. pszczoła miodonośna (*Apis mellifica*), żyją towarzysko, a w towarzystwach takich występują trzy rodzaje osobników; samce czyli trutnie, samice (królowe) oraz robotnice; ostatnie są właściwie samicami z zanikłymi narządami rozrodczymi. Dla zbierania pyłku kwiatowego znajdują się u robotnic na zewnętrznej stronie goleni tylnych nóg zagłębienia, zwane koszyczkami, a na pierwszym stawie podymów szczoteczki. Z pobranego nektaru kwiatowego robotnice pod wpływem śliny swej wyrabiają miód, wosk zaś wydziela się z gruczołków na dolnej stronie odwłoka robotnic. Towarzystwa czyli roje pszczół składają się z jednej samicy-matki (królowej), z 200—300 trutniów i z 10.000—30.000 robotnic. Rój obiera sobie za miejsce pobytu dziupła drzew, rozpadliny skał lub też ule budowane przez człowieka. Robotnice budują z wosku plastry pionowo zawieszone i utworzone z dwu warstw sześciennych komórek, pomiędzy któremi odróżniamy duże i małe, prócz tego na brzegach plastra komórki większe, beczułkowate, zwane kolebkami. Gdy królowa składa jaja, a z nich wylęgają się larwy czyli czerwie, robotnice karmią je mleczkiem, złożonem głównie z pyłku kwiatowego i miodu. Z czerwi, zakrytych przez robotnice denkiem woskowem, wylęgają się w małych komórkach robotnice, w dużych komórkach trutnie, a w kolebkach królowe. Ku jesieni trutnie bywają zakłuwane żądłami i wyrzucane z ula przez robotnice, by pod-

czas zimy nie uszczuplały przygotowanych zapasów pokarmowych. Gdy wylęgnie się młoda królowa, stara opuszcza zwykle ul swój, otoczona rojem pewnej liczby wiernych jej pszczół, a młoda zajmuje jej miejsce w dawnym ulu.

Z innych owadów pszczołowatych zasługują na uwagę: gęsto owłosiony trzmiel (*Bombus*), osa (*Vespa*), grzebacze (*Bembex, Sphex*), gromadzące w komórkach swych gniazd żywe zapasy pokarmów dla gąsienic pod postacią różnych zwierząt stawonogich, n. p. much, koników polnych, gąsienic motyli i t. d., które ubezwładniają na pewien czas przez nakłucie żądłem ich układu nerwowego.

Mrówki (*Formicidae*) żyją towarzysko, tworząc mrowiska, w których znajdujemy skrzydlate postaci samców i samic oraz bezskrzydłe robotnice, w tyle odwłoka opatrzone gruczołem jadowym, który wydziela jad, zawierający kwas mrówkowy. Nieliczne tylko gatunki opatrzone są oprócz tego żądłem. Mrówki odznaczają się wysokim rozwojem władz intellektualnych, budują gniazda, zawierające galerye i korytarze, hodują w swych mrowiskach pewne owady, n. p. mszyce, których wydzieliny zjadają; nadto w mrowiskach żyją różni tak zwani goście, którymi mrówki opiekują się; utrzymują n. p. w gniazdach swych i karmią niedołężnego chrząszczyka rodzaju *Claviger*. Niektóre gatunki mrówek są bardzo wojowniczo usposobione względem innych, staczają z niemi zacięte walki i porywają ich poczwarki, a wylęgające się z ostatnich robotnice pełnią rolę niewolników w gniazdach zwycięzców. Niektóre gatunki hodują w swych gniazdach pewne pleśnie, które dostarczają im pożywienia i służą za materyał do kunsztownych jakby ogrodów z pleśni zakładanych. Dalej pewne gatunki używają do budowy gniazd swych liści zszytych zapomocą nitek wydzielanych przez gąsienice mrówcze, a robotnice trzymają w szczękach te gąsienice, jakby żywe igły, z których wciąż wydziela się nitka do szycia używana. Mrówki tego samego gniazda rozpoznają się doskonale i odróżniają osobniki pochodzące z innego gniazda zapomocą zmysłu węchu, świetnie u nich rozwiniętego. Istnieje bardzo wiele gatunków, jak mrówka ruda (*Formica rufa*), czarna, żółta i t. d.

Ryc. 151. **Części paszczowe owadu pszczołowatego** *Antophora*. *A* — czułki (rożki), *Oc* — przyoczka, *Md* — żuwaczki, *Mx* — szczęki, *Mxt* — głaszczki szczękowe, *Lt* — głaszczki wargowe, *Gl* — języczki, *Pg* — przyjęzyczki.

Z innych błonkówek zasługują jeszcze na uwagę **owadziarki** (*Entomophaga*), mające odwłok połączony szypułką z tułowiem oraz pokładełko u samic. Tu należą gąsieniczki (*Ichneumonidae*), których samice zapomocą pokładełka znoszą jaja do ciała gąsienic motyli lub innych owadów, oraz galasówki (*Cynipidae*), składające swe jaja w ciała różnych owadów, a najczęściej w tkanki roślinne, które wskutek tego tworzą narośle w postaci orzeszków (galasy). Tkanką tych nabrzmień odżywiają się gąsienice; n. p. galasówka dębowa (*Cynips tinctoria*) tworzy galasy na liściach dębowych, a g. różana (*Rhodites rosae*) tworzy orzeszki na gałęziach róży, pokryte różowemi meszkowatemi włóknami.

Wreszcie należą też do błonkówek **rośliniarki** (*Phytophaga*), o odwłoku na całej szerokości połączonym z zatułowiem, n. p. trzpiennik żółty (*Sirex gigas*), którego samica składa pokładełkiem jaja w pnie jodły, sosny, świerka, a wylęgające się gąsienice toczą i niszczą drzewo.

Rząd 6. PLUSKWIAKI czyli PÓŁPOKRYWE (Hemiptera).

Części paszczowe w postaci rynienki stawowatej (wargi dolnej) i ukrytych w niej szczecin (żuwaczek i szczęk) służą do nakłuwania i ssania. Skrzydła w liczbie dwu par albo też szczątkowe. Przeobrażenia po większej części niezupełne.

Tu należą:

1. **Pluskwiaki różnoskrzydłe,** najczęściej o dwu parach skrzydeł, z których pierwsza po części skórkowata, druga całkiem błoniasta, n. p. kowal (*Pyrrhocoris apterus*) czyli czerwona pluskwa drzewna oraz inne pluskwy drzewne; pluskwa domowa (*Acantia lectularia*), jakkolwiek bezskrzydła, spokrewniona blizko z należącymi tu owadami. Wszystkie one wydają woń przykrą, pochodzącą od cieczy wydzielanej przez

pojedynczy lub parzysty gruczoł skórny w tyle tułowia. Tu należą też pluskwy wodne, n. p. pluskolec (*Notonecta glauca*), płoszczyca (*Nepa cinerea*), pospolite w wodach naszych oraz nartnik bagnowy (*Hydrometra lacustris*).

2. **Pluskwiaki równoskrzydłe,** o dwu parach skrzydeł błoniastych. Tu należy pienik (*Aphrophora spumaria*), którego żółtawa larwa otacza się pienistą wydzieliną, wyglądającą jak ślina. W Europie południowej żyją piewiki (*Cicadidae*), których samce wydają bardzo donośne cierkania. Pewne z nich, nakłuwając drzewa, powodują wyciekanie soku, który tężeje na powietrzu jako rodzaj manny, n. p. mannik (*Cicada orni*).

3. **Mszycowate** (*Aphididae*), drobne owadki o czterech lub dwu skrzydłach błoniastych albo też bezskrzydłe; pasożytują na roślinach; często bardzo szkodliwe. Tu należy mszyca (*Aphis, Chermes*); w ciągu lata spotykamy same tylko samice żyworodne, dopiero pod jesień pojawiają się samce i samice, pierwsze zwykle skrzydlate, a ostatnie pospolicie bezskrzydłe. Słynnym szkodnikiem winnic jest winiec albo filoxera (*Phylloxera vastatrix*).

Pożyteczne są: koszenila (*Coccus cacti*), żyjąca na kaktusach, dostarcza barwika karminu, lakowiec (*C. lacca*), nakłuwa drzewo figowe, powodując wysięk soku tężejącego jako szellak. Niegdyś w Polsce hodowano czerwca (*C. polonica*), z którego wyrabiano farbę czerwoną.

Rząd 7. MUCHÓWKI czyli DWUSKRZYDŁE (Diptera).

Części paszczowe zamienione na smoczek niestawowy, służący do nakłuwania i ssania. Smoczek ten jest utworzony z wargi górnej i dolnej, wydłużonych w rynienkę, wewnątrz której ukryte są żuwaczki i szczęki, przekształcone w szczeciny kłujące. Skrzydeł jedna para; druga para przekształcona jest w t. zw. przezmianki, t. j. łodyżki opatrzone na wierzchołku główkowatemi zgrubieniami. Niekiedy całkiem brak skrzydeł. Na końcu odnóży pomiędzy pazurkami znajduje się na stronie brzusznej para nabrzmień przyssawkowych, wydzielających lepką ciecz, dzięki której muchówki mogą chodzić po pionowych ścianach (n. p. po szybach okien) lub grzbietem na dół. Przeobrażenia zupełne; gąsienice są beznogie, robakowate (t. zw. czerwie).

Tu należą:

Muchówki długorogie (*Nematocera*) o rożkach długich, n. p. komar kłujący (*Culex pipiens*), którego samica wysysa krew ludzi i zwierząt; jaja rozwijają się w wodzie, gąsienice są wydłużone, oszczecione, z cewką tchawkową na końcu ciała; poczwarki o grubej, krępej przedniej części ciała, z dwiema cewkami tchawkowemi na głowie; jedne i drugie żyją w wodzie; komar widliszek (*Anopheles*) jest roznosicielem zarazka malaryi. W okolicach podzwrotnikowych słynne są liczne gatunki moskitów, dokuczające ludziom i zwierzętom. Komarnica (*Tipula*), podobna do komara, lecz znacznie większa, o bardzo długich nogach, nie kłuje wcale.

Muchówki krótkorogie (*Brachycera*) o rożkach krótkich. Tu należą baki (*Tabanus*) i ślepaki (*Chrysops*), wysysające krew zwierząt domowych i człowieka, giez, zwłaszcza giez koński (*Gastrophilus equi*), składa jaja na skórze konia; wylęgające się czerwie drażnią skórę, a koń zlizuje rankę, przez co czerwie dostają się do żołądka, gdzie długi czas żyją, uczepione do ścianki jego, poczem, wydalone wraz z kałem na zewnątrz, zamieniają się w ziemi w poczwarki. Mucha domowa (*Musca domestica*); bolimuszka (*Stomoxus calcitrans*) wysysa krew koni, bydła i człowieka, przenosząc często zarazki pewnych chorób, n. p. wąglika, ze zwierząt chorych na zdrowe; mucha plujka (*Musca vomitoria*) i ścierwnica (*Sarcophaga carnaria*) znoszą jaja na rozkładające się mięso, na trupy i w rany otwarte; czerwie są białe, robakowate, jak u innych muchówek.

Z muchówkami są nieco spokrewnione **pchły** (*Siphonaptera*), n. p. pchła ludzka (*Pulex irritans*), tunga (*Sarcopsylla penetrans*) okolic podzwrotnikowych, której samica dostaje się pod skórę nóg człowieka lub zwierząt, gdzie jej odwłok znacznie nabrzmiewa, powodując wrzód bolesny.

Rząd 8. MOTYLE czyli ŁUSKOSKRZYDŁE (Lepidoptera).

Dwie pary wielkich skrzydeł pokrytych delikatnemi, częstokroć różnobarwnemi łuseczkami, które przy schwytaniu motyla pozostają nam

na palcach jako pyłek. Rożki zawsze długie, wieloczłonkowe, żuwaczki szczątkowe, szczęki zaś pierwszej pary bardzo wydłużone i rynienkowato wgłębione, przyczem obie rynienki, przylegając swymi brzegami, tworzą trąbkę cewkowatą, która służy do wysysania płynnego pokarmu z kwiatów. W stanie nieczynnym trąbka jest zwinięta sprężynkowato. Z szczęk drugiej pary czyli wargi dolnej zachowują się tylko głaszczki, niekiedy dosyć duże. Motyle podlegają przeobrażeniom zupełnym. Larwy, zwane gąsienicami lub liszkami, mają części paszczowe służące do żucia; trzy pierwsze pierścienie tułowia opatrzone krótkiemi, członkowanemi nogami, a nadto krótkie nieczłonkowane odnóża znajdują się też na niektórych pierścieniach odwłokowych, w liczbie dwu do pięciu par. Gąsienica przekształca się w nieruchomą poczwarkę, na której ciele przebijają z pod chityny rożki, odnóża i skrzydła przyszłego motyla. Gąsienice niektórych gatunków, objadając liście, są wielkimi szkodnikami, natomiast bardzo są pożyteczne gąsienice jedwabników, wytwarzające oprzęd czyli kokon, który otacza poczwarkę. Z nitek oprzędu wyrabia się jedwab. Liczne motyle przyczyniają się także do przenoszenia pyłku z jednych kwiatów na drugie.

Motyle dzienne. Latają w dzień, poczwarki bez oprzędu, zawieszone wolno na różnych przedmiotach (n. p. na parkanach, pniach); ubarwienie często nader świetne.

Do krajowych należą n. p. paź królowej (*Papilio machaon*), rusałka admirał (*Vanessa atalanta*), żałobnik (*Vanessa anthiopa*), pokrzywnik (*V. urticae*), pawik dzienny (*V. Jo*), żeglarek (*Papilio podalirius*), kapustnik (*Pieris brassicae*), perłowiec (*Argynnis aglaja*) i liczne inne. Niektóre z rusałek naszych, n. p. kratnik (*Vanessa levana*), występują w ciągu lata w dwu rozmaicie ubarwionych pokoleniach, w wiosennem i jesiennem; pierwsze pochodzi z poczwarek, które przezimowały, drugie zaś z poczwarek letnich. Doświadczenia wykazały, że z poczwarek pokolenia wiosennego, hodowanych sztucznie w wyższej temperaturze, rozwija się wiele osobników, podobnych z ubarwienia do postaci jesiennej, podczas gdy poczwarki pokolenia jesiennego, hodowane w chłodnej temperaturze, dają zawsze pewną ilość motyli o ubarwieniu wiosennem. Z doświadczeń tych wynika, że warunki otaczającej ciepłoty wywierają wpływ niemały na ubarwienie motyli.

Zmierzchnikowce, o skrzydłach długich, gąsienica zwykle z rogiem na końcu; latają o zmierzchu lub w nocy, lot mają szybki; piją nektar z kwiatów, zawisają na skrzydłach w powietrzu. Tu należą n. p. trupiagłówka (*Acherontia atropos*), zawisak (*Sphinx pinastri*), zmrocznik półpawik (*Smerinthus ocellatus*) i liczne inne.

Prządkówki, o odwłoku grubym, skrzydłach szerokich; gąsienice najczęściej kosmate, które, przechodząc w poczwarkę, otaczają się oprzędem. Tu należą n. p. prządka pierścienica (*Bombyx neustria*), białka (*Liparis*), barczatka (*Gastropacha*) i liczne inne, wśród których wiele jest szkodników. Z pożytecznych najważniejsze są: jedwabnik morwowy (*Bombyx mori*), jedwabnik japoński (*Antheraea Yama-Mai*) i inne, dostarczające jedwabiu.

Nocniówki, o ciele grubem, ubarwieniu szarem, latają nocą, n. p. sówka (*Hadena basilinea*), błyszka (*Plusia gamma*), wstężniaki (*Catocala*) o przednich skrzydłach szarych, tylnych zaś z pięknemi smugami czerwonemi lub niebieskiemi.

Miernikowce, tak nazwane dlatego, że ich gąsienice chodząc, przysuwają tył ciała do głowy i zginają się łukowato ku górze, poczem wyprostowują się, mierząc jakby swem ciałem przebytą drogę. N. p. agrestowiec (*Abraxas grossularia*); tu też należy charakterystyczny motylek *Hexaptera*, posiadający, oprócz dwu zwykłych, jeszcze trzecie skrzydełko dodatkowe z każdej strony ciała.

Zwojkówki są to drobne motylki, których gąsienice zwijają oprzędem liść w tutkę, gdzie się przepoczwarczają. N. p. owocówka jabłeczna (*Carpocapsa pomonella*), zwojka (*Tortrix*) i inne.

Moliki są również drobnymi motylkami o wązkich skrzydełkach; niektóre z nich to wielkie szkodniki, n. p. mól kożusznik (*Tinea pellionella*), mól sukiennik (*Tinea sarcinella*) i inne, których gąsienice żywią się futrem, tkaninami wełnianemi i t. d., robiąc sobie pochewkę z tych materyi, oraz mól ziarnik (*Tinea granella*), którego gąsienica żywi się ziarnem zbożowem.

Ostatnie dwie grupy motyli, z powodu drobnych rozmiarów ciała, zwane są motylkami (*Microlepidoptera*) w przeciwstawieniu do właściwych motyli (*Macrolepidoptera*).

Rząd 9. SKOCZOGONKI czyli OWADY BEZSKRZYDŁE (Thysanura).

Szczęki szczątkowe, skrzydeł brak, ciało owłosione lub pokryte łuseczkami, w tyle ciała szczecinki skoczne. Przeobrażeniom nie podlegają; przeważnie drobne.

N. p. rybik cukrowy (*Lepisma saccharina*), barwy srebrzystej, wydłużony, częsty w mieszkaniach. Na wodach skaczą często skoczogonki wodne (*Podura aquatica*).

Gromada II. WIJE (Myriopoda).

Ciało długie, złożone z głowy i długiego szeregu jednakowych odcinków (pierścieni), z których każdy jest opatrzony parą lub dwiema parami nóg członkowanych (ryc. 152. i 153.). Na głowie para rożków, paszcza uzbrojona szczękami do żucia. Oddychają, jak owady, tchawkami; wewnętrzna ich budowa jest wogóle bardzo zbliżona do organizacyi owadów. Lądowe, przebywają pod korą drzew, w mchu, pod kamieniami. Odróżniamy dwa rzędy:



Ryc. 152. **Wij drewniak** (*Lithobius forficatus*).





Ryc. 153. *a* — **Wij skulica** (*Glomeris marginata*) *b* — **części paszczowe wija krocionoga** (*thobius forficatus*).

Rząd 1. PARECZNIKI (Chilopoda).

Na każdym pierścieniu po jednej parze nóg, paszcza uzbrojona parą żuwaczek, dwiema parami szczęk; pierwsza para nóg pozagłowowych przekształcona w zakrzywione szczękonóże, zawierające u nasady gruczoł jadowy, którego przewód otwiera się na szczycie szczękonóża. Szybko biegają.

Z krajowych zasługują na uwagę drewniak (*Lithobius forficatus*), zieminka świecąca (*Geophilus electricus*); w Europie południowej żyje wielka, 9 *cm* długa skolopendra (*Scolopendra morsitans*).

Rząd 2. DWUPARCE (Diplopoda).

Na każdym pierścieniu, z wyjątkiem kilku przednich, po dwie pary nóg; części paszczowe więcej zmienione, aniżeli u pareczników; za dotknięciem stulają się.

Z naszych zasługują na uwagę krocionóg (*Julus terrestris*) i skulica (*Glomeris marginata*).

Gromada III. PAZURNICE (Onychophora).

Pazurnice są bezpośrednimi, mało zmienionymi potomkami pewnych starodawnych form, z których rozwinęły się z jednej strony dzisiejsze wije, z drugiej dzisiejsze pierścienice. Przedstawicielem pazurnic jest żyjący w krajach podzwrotnikowych pratchawiec (*Perip tus*, ryc. 155.). Jednoczy on w bie liczne cechy budowy wij właściwych i robaków pierścienic, jest więc jakby formą przejściową pomiędzy temi dwiema grupami zwierząt. Widzimy to n. p. na budowie narządów wydzielniczych i oddechowych. Pratchawiec ma nerki zbudowane według typu nerek pierścienic; mianowicie: w każdym odcinku występuje para cewek, uchodzących bezpośrednio na zewnątrz. U wijów natomiast, jak wiemy, istnieją cewki Malpighiego, uchodzące, jak u owadów, do jelita odbytowego. Pratchawiec ma zawiązki tchawek, to jest narządów oddechowych, właściwych wijom i innym stawonogom tchawkodysznym, a których niema śladu u pierścienic (ryc. 154.).



Ryc. 154. **Anatomia pratchawca** *(Peripatus)*. *F* — czułki, *G* — mózg, *Ve* — brzuszne pnie nerwowe, *Ph* — przełyk, *D* — jelito, *A* — odbyt, *Sd* — gruczoły śluzowe, *Tr* — pęczki tchawek *(tracheae)*, *Ov* — jajniki, *Od* — jajowody, *U* — macica.

Gromada IV. PAJĘCZAKI (Arachnoidea).

Głowa i tułów zrośnięte w jedną całość, zwaną głowotułowiem, poza którem następuje odwłok. Brak rożków i skrzydeł, otwór paszczowy uzbrojony w dwie pary szczękowatych przysadek, zwanych szczękorożkami i szczękonóżkami. Pierwsza para czyli szczękorożki składają się z podstawowego członka i ruchomego szponu; niekiedy mają postać kleszczyków; u wielu pająków na szczycie szponu otwiera się przewód gruczołu jadowego. Pajęczaki oddychają tchawkami lub też płucotchawkami, które są tylko pewną modyfikacyą tchawek. Niektóre posiadają na końcu odwłoka gruczoły przędne, wydzielające ciecz, która na powietrzu tężeje w t. zw. nitki pajęczyny. Liczne pajęczaki są drapieżne, niektóre są pasożytne i te mają budowę znacznie uproszczoną.



Ryc. 155. **Pratchawiec** *(Peripatus capensis)*.

Ważniejsze rzędy są następujące:

Rząd 1. NIEDŹWIADKOWATE (Scorpionina).

Tu należy n i e d ź w i a d e k (*Scorpio europaeus*), pospolity w Europie południowej, oraz s k o r p i o n a f r y k a ń s k i (*Buthus afer*). Szczękorożki kleszczykowate; członkowany odwłok składa się z oddziału przedniego, szerszego (przedodwłok) i tylnego, znacznie węższego (zaodwłok), którego ostatni człon zakończony jest haczykowatym kolcem; na szczycie tegoż uchodzi przewód gruczołu jadowego. Niedźwiadki ukrywają się pod kamieniami, w rozpadlinach skał i murów, kolcem zadają zdobyczy swej bolesne rany.



Ryc. 156. Serce i naczynia krwionośne tarantuli. *P* — płuco, *C* — serce, *Ao* — aorta, *O* — oczy.

Do niedźwiadkowatych pod pewnym względem są nieco zbliżone z a l e s z c z o t k i (*Pseudoscorpionina*), do których należy z a l e s z c z o t e k k s i ą ż k o w y (*Chelifer cancroides*), drobny, nieszkodliwy pajęczak, napotykany często w księgozbiorach, gdzie żywi się małymi owadami, niszczącymi książki. Różnią się od niedźwiadków tem, że odwłok ich nie dzieli się na przed- i zaodwłok, lecz jest jednolity, oraz tem, że brak im kolca jadowego; głaszczki szczękonóżek bardzo długie, zakończone kleszczykami.

Rząd 2. PAJĄKI WŁAŚCIWE (Arachnina).

Do tych należą zwykłe nasze pająki, n. p. d o m o w y lub k r z y ż a k; posiadają odwłok jednolity czyli niepodzielony na pierścienie, zwężoną częścią połączony z głowotułowiem, szczękorożki z ruchomym szponem i przyrządem jadowym, a na końcu odwłoka dwie lub trzy pary brodawek przędnych czyli kądziołek. Na wierzchołku każdej kądziołki znajdują się bardzo liczne rureczki, któremi wypływają wydzieliny gruczołów przędnych, tężejące na powietrzu w delikatne niteczki; z wszystkich tych niteczek pająk przędzie nić pajęczyny, do czego pomagają mu grzebykowate pazurki na nogach. Pajęczyna ma różną postać u rozmaitych gatunków. Pająki oddychają tchawkami oraz płucotchawkami, t. j. woreczkami skórnymi, których ściana tworzy wewnątrz liczne sfałdowania listeczkowate, jakby kartki książki; płucotchawki uchodzą na zewnątrz na odwłoku w liczbie jednej lub dwu par. Serce wydłużone znajduje się na stronie grzbietowej (ryc. 156.); szereg zwojów nerwowych na stronie brzusznej, wyjąwszy zwój mózgowy, który leży nad przełykiem, jak u owadów. W związku z jelitem znajdują się w tyle naczyńka Malpighiego (narządy wydzielania), jak u owadów i innych tchawkodysznych (ryc. 157.).



Ryc. 157. Niesporczak *Macrobiotus Schultzei*. *O* — usta, *Vm* — połyk, *Md* — żołądek, *Spd* — ślinianki, *Ov* — jajnik, *Mg* — cewki Malpighiego, *Vs* — gruczoł dodatkowy.



Ryc. 158. Świerzbowiec *(Sarcoptes scabiei)* samiec od spodu widziany.

Do pająków należą n. p. wielki ptasznik (*Mygale avicularia*) południowo-amerykański, zdunek (*Nemesia caementaria*), pająk domowy (*Tegenaria domestica*), krzyżak (*Epeira diadema*), wodny pająk topik (*Argyroneta aquatica*), pląs (*Salticus*), pogonisz (*Lycosa*), krzeczek (*Trochosa singoriensis*); niektóre z naszych pajączków snują w młodym wieku w jesieni cieniutką pajęczynę, która, wiatrem unoszona, tworzy „babie lato".

Z pająkami właściwymi spokrewnione są **kosarze**, n. p. pospolity u nas kosarz ścienny (*Phalangium opilio*), o bardzo cienkich, długich, nitkowatych, łatwo odpadających nogach.

Rząd 3. ROZTOCZE (Acarina).

Drobne pajęczaki o odwłoku niestawowatym, połączonym w jedną całość z głowotułowiem; części paszczowe służą do kąsania lub ssania.

Niektóre żyją wolno, n. p. piękny, ponsowy, jakby aksamitny pajączek lądowy lądzień (*Trombidium*) lub pięknie czerwona wodna wodopójka (*Hydrachna cruenta*); inne są pasożytami, n. p. świerzbowiec (*Sarcoptes scabiei*, ryc. 158.), który ryje chodniki w skórze ludzkiej, powodując świerzb, świerzbowiec koci (*S. cati*), ptaszyniec (*Dermanyssus avium*), pasożytujący na ptakach; na chrząszczach, n. p. na żuku krówce, spotkać można często liczne, drobne, żółtawe roztocze pasożytne, zwane żukowcami (*Gammasus coleopterorum*); kleszcz (*Ixodes ricinus*) pasożytuje na psie i innych ssakach. W starych serach żyje niekiedy rozkruszek serowiec (*Acarus siro*).

Z roztoczami spokrewnione są drobniutkie pajęczaki, zwane **niesporczakami** (*Tardigrada*, ryc. 157.), które żyją n. p. w mchu wilgotnym; odznaczają się tem, że mogą niemal całkiem wyschnąć, a znalazłszy się znów w wilgoci, powracają do pełni życia; poruszają się bardzo powoli (stąd nazwa).

B) Stawonogi skrzelodyszne (Branchiata).

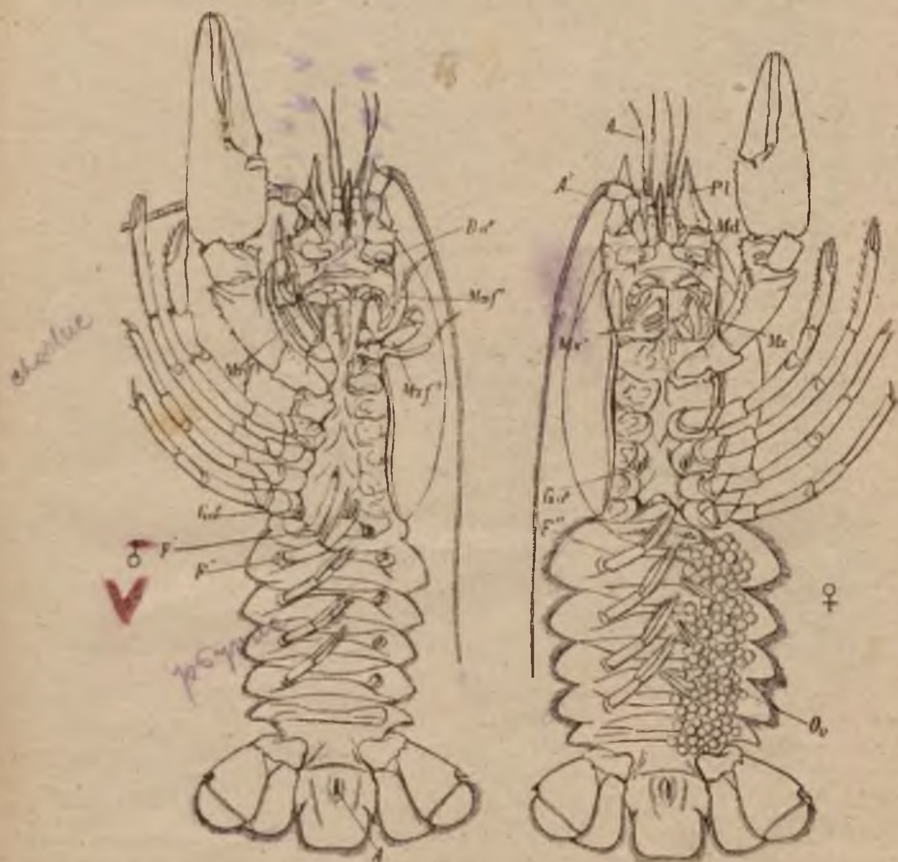
Gromada V. SKORUPIAKI (Crustacea).

Skorupiaki, których najbardziej znanym przedstawicielem jest rak rzeczny (*Astacus fluviatilis*), występują w wielu różnorodnych postaciach. Skóra obfituje w chitynę, która tworzy często twardy pancerz, n. p. u raka rzecznego. Głowa zrośnięta z tułowiem w głowotułowie lub tułogłowie (*cephalothorax*), za którem następuje członkowany zwykle odwłok (*abdomen*). Na głowie dwie pary rożków, para oczu, a dokoła ust para żuwaczek, dwie pary szczęk oraz często kilka przednich par odnóży tułowiowych, zamienionych w rodzaj szczęk, a zwanych szczękonóżami. Na tułowiu nogi tułowiowe, na odwłoku odwłokowe. Oddychają zapomocą skrzel, t. j. zewnętrznych wyrostków skórnych, znajdujących się najczęściej w związku z nasadą odnóży. Dla bliższego poznania organizacyi skorupiaków przypatrzmy się budowie raka rzecznego (ryc. 159—164.).

Głowa wraz z **tułowiem** zrośnięte są w wielkie tułogłowie, opatrzone twardym pancerzem, okrywającym ciało od strony grzbietowej i z boków. Odwłok składa się z 7 wyraźnie odgraniczonych pierścieni. Na głowie dwie pary rożków — zewnętrzne większe i wewnętrzne mniejsze, otwór ust uzbrojony w parę żuwaczek, dwie pary szczęk, trzy pary szczękonóży. Na tułowiu 5 par nóg krocznych, z których trzy pierwsze zakończone są kleszczykami. Pierwsza para nóg tułowiowych posiada kleszcze wielkie, nożycowate. U podstawy nóg tułowiowych

znajdują się s k r z e l a piórkowate, przysłonięte bocznemi częściami pancerza. Na odwłoku drobne nogi dwudzielne, u samca w liczbie 6 par, u samicy 5 par; nogi ostatniej pary są płytkowato rozszerzone i wraz z płytwowatym, ostatnim członem odwłoka tworzą wachlarzowatą p ł y t w ę o g o n o w ą.

Przewód pokarmowy składa się z p r z e ł y k u, obszernego ż o ł ą d k a, opatrzonego wewnątrz ząbkami chitynowymi, oraz długiego j e l i t a, uchodzącego na zewnątrz odbytem, na brzusznej stronie płytki ogonowej.



Ryc. 159. **Samiec** (♂) **i samica** (♀) **raka rzecznego**, widziane od spodu. U samca usunięte są nogi chodowe i odwłokowe strony lewej, u samicy oprócz nóg strony prawej także szczękonóża obu stron. *A'* — przednie, *A''* — tylne czułki (rożki), *Pł* — łuska tychże, *Md* — żuwaczka, *Mx'*, *Mx''* — szczęki pierwszej i drugiej pary, Mxf^1, Mxf^2, Mxf^3 — szczękonóża pierwszej do trzeciej pary, *Goe* — otwór płciowy, *Doe* — ujście nerki czyli gruczołu zielonego, *F'*, *F''* — pierwsze i drugie odnóże odwłokowe, *Ov* — jaja, *A* — odbyt.

W związku z początkową częścią jelita znajduje się g r u c z o ł w ą t r o b o w y o budowie parzystej.

Serce na stronie grzbietowej, na środku, pod pancerzem głowotułowiowym; jest ono woreczkowate, a tętnice, wybiegające zeń ku przodowi i tyłowi roznoszą krew po ciele. Krew krąży w jamie ciała, przenika do skrzel, stąd po utlenieniu powraca żyłami do szczególnej zatoki około-

z. m.
m. m.
ż.
w.
s.
pł.
m. m.

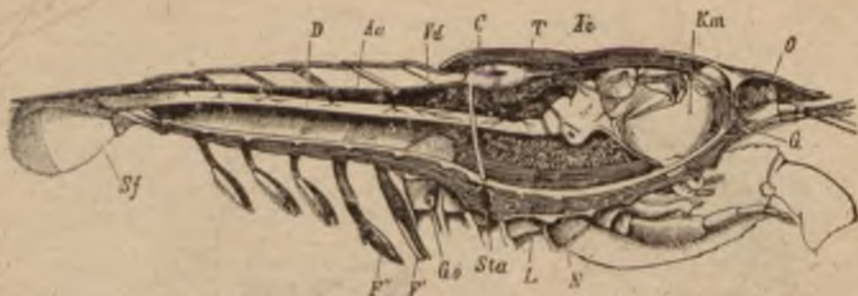
n. s. p.
n. s. o.
s.
t. b.
t. p.
t.

A B

Ryc. 160. **Anatomia raka rzecznego.** *A* — rak z góry widziany po usunięciu grzbietowej części pancerza; z. *m.* — zwój mózgowy, *m. m.* — mięśnie, *ż.* — żołądek, *w.* — wątroba, *s.* — serce, *t.* — tętnica wybiegająca z serca ku odwłokowi, *pł.* — narząd płciowy, *j.* — jelito, *B.* — schemat organów krążenia krwi; *s.* — serce, *t.* — tętnica odwłokowa, *t. p.* — tętnica biegnąca wpoprzek na stronę brzuszną, *t. b.* — tętnica brzuszna (obok niej jaśniejsza — żyła brzuszna), *n. s. p.* — naczynia skrzelowe, przywodzące krew do skrzel, n. *s.* o. — naczynia skrzelowe, odwodzące krew utlenioną ze skrzel ku sercu.



Ryc. 161. **Głowotułowie raka rzecznego po odjęciu pokrywy skrzelowej.** *K* — skrzela, *R* — dzióbowate przedłużenie głowy, *O* — oczy, *Mp* — płytkowata przysadka szczęk 2-ej pary (która poruszając się, pędzi wodę do jamy skrzelowej), Mxf''' — trzecie szczękonóże.



Ryc. 162. **Przecięcie podłużne przez ciało raka rzecznego.** *C* — serce, *Ac* — aorta głowowa, *Ao* — aorta odwłokowa, u której początku wybiega tętnica mostkowa *(Sta)*, *Km* — żołądek żwacz, *D* — jelito, *L* — wątroba, *T* — jądra, *Vd* — nasieniowód, *Go* — otwór płciowy, *F'*, *F''* — dwie pierwsze pary nóżek odwłokowych, *G* — mózg, *N* — łańcuch brzuszny nerwowy, *O* — oko, *Sf* — boczna część wachlarza ogonowego.

sierdnej i przez otworki w ścianie serca przenika znów do jego wnętrza.

Układ nerwowy, jak u owadów, składa się z m ó z g u, o b r ą c z k i o k o ł o p r z e ł y k o w e j oraz z szeregu połączonych ze sobą z w o j ó w b r z u s z n y c h. Z narządów zmysłowych najsilniej rozwinięte są o c z y, które są złożone i osadzone na s ł u p k a c h ruchomych.

Narządy wydzielania stanowi para t. zw. g r u c z o ł ó w z i e l o n y c h (nerek), umieszczonych w głowie i uchodzących na zewnątrz.

Samica raka rzecznego nosi z sobą jaja, przyklejone do nóg odwłokowych, aż do wylęgu młodych, które podobne są do dorosłych, różniąc się od nich tylko drobnymi wymiarami; rak więc nie podlega przeobrażeniom.

Natomiast bardzo wiele innych skorupiaków podlega przeobrażeniu, przyczem najbardziej jest rozpowszechniona postać młodociana czyli larwa, zwana p ł y w i k i e m (*nauplius*, ryc. 165.), opatrzona tylko 3 parami odnóży, stanowiącymi zawiązki przy-



Ryc. 163. **Organizacya raka rzecznego.** *A* — układ nerwowy, *B* — przewód pokarmowy; *p* — przełyk, *ż* — żołądek, *w* — wątroba, *j* — jelito (w tyle widać płytkę ogonową *telson*, pod którą uchodzi na zewnątrz jelito odbytowe). (Oryg.)



Ryc. 164. **Narządy płciowe raka rzecznego:** *a* — **samicze.** *b* — **samcze.** *Ov* — jajnik, *Od* — jajowód, *Va*, *Oe* — ujścia płciowe, *T* — jądra, *Vd* — nasieniowód, *F'''*, *F^{V}* — trzecia i piąta noga tułowiowa.

szłych dwu par rożków i żuwaczek, oraz oczkiem nieparzystem na przodzie. W miarę rozwoju larwa ta wydłuża się, a z kolei występują na niej dalsze pary odnóży. Niektóre wyższe skorupiaki lęgną się czasami w postaci larw o 7 parach odnóży, z kolcowatymi wyrostkami na głowie; larwę tę nazywamy **ż y w i k i e m** (*zoëa*, ryc. 166.).

Skorupiaki zamieszkują morza i wody słodkie; niektóre, n. p. stonóg, są lądowe. Dzielą się one na dwie grupy, a mianowicie wyżej uorganizowane **p a n c e r z o w c e** i niższej budowy **c z ł o n o w c e**.



Ryc. 165. **Pływik** *(nauplius)* **oczlika** *(Cyclops albidus)*. *ADr* — gruczoł rożkowy, *A'*, *A''*, *Md* — zawiązki dwu par rożków i żuwaczek, *DS* — wypukliny jelita. (Pow.).



Ryc. 166. **Postać młodociana skorupiaków czyli larwa zwana żywikiem** *(zoëa)*.

A) Pancerzowce.

Rząd 1. SŁUPKOOKIE (Podophtalmata).

Oczy złożone, osadzone na słupkach ruchomych; jedne mają odwłok długi (długoodwłokowe), inne zaś krótki (krótkoodwłokowe).

Do pierwszych należą: rak rzeczny (*Astacus*), homar (*Homarus*), ociężnik (*Palinurus*), pustelnik (*Pagurus*) o miękkim odwłoku, który ukrywa w pustej muszli ślimaków morskich. Dalej drobne, jadalne krewetki morskie (*Crangon*, *Palaemon*). Do krótkoodwłokowych należą kraby morskie, n. p. raczyniec (*Carcinus*), jeżokrab (*Maja squinado*), *Telphusa* (ryc. 167.) i liczne inne, o krótkim odwłoczku pod brzuch zagiętym i przytulonym do głowotułowia. Większość należących tu skorupiaków nosi nazwę **dziesięcionogów** (*Decapoda*), z powodu posiadania pięciu par nóg krocznych na tułowiu.



Ryc. 167. **Krab** (*Telphusa fluviatilis*).

Rząd 2. SIADŁOOKIE (Edriophtalmata).

Oczy złożone, siedne, t. j. nie osadzone na słupkach; pierścienie tułowia nie objęte wspólną tarczą pancerza, jak u większości słupkooków; po większej części 7 par nóg chodowych (krocznych, ryc. 169.).

Tu należą dwie grupy: *a*) **równonogi** (*Isopoda*), n. p. stonóg (*Oniscus murarius*) lądowy, ośliczka słodkowodna (*Asellus aquaticus* ryc. 168.), rybosz (*Cymothoa*), pasożytujący na ciele ryb morskich; *b*) **obunogi** (*Amhipoda*), n. p. słodkowodny kiełż zdrojowy (*Gammarus pulex*, ryc. 169.), kiełż studzienny (*Niphargus puteanus*) i bardzo liczne gatunki morskie.

B) Członowce.

Rząd 3. LIŚCIONOGI (Phyllopoda).

Ciało krótkie lub wydłużone, najczęściej osłonięte z boków zdwojeniem skóry; zwykle cztery do dziesięciu par nóg listkowatych, powycinanych w płatki; żyją przeważnie w wodach słodkich.

Tu należą: rozwielitka (*Daphnia*, ryc. 171.), o krótkiem, przezroczystem ciele, z dwudzielnem zdwojeniem skóry, drobny skorupiak, występujący nieraz gromadnie i służący za



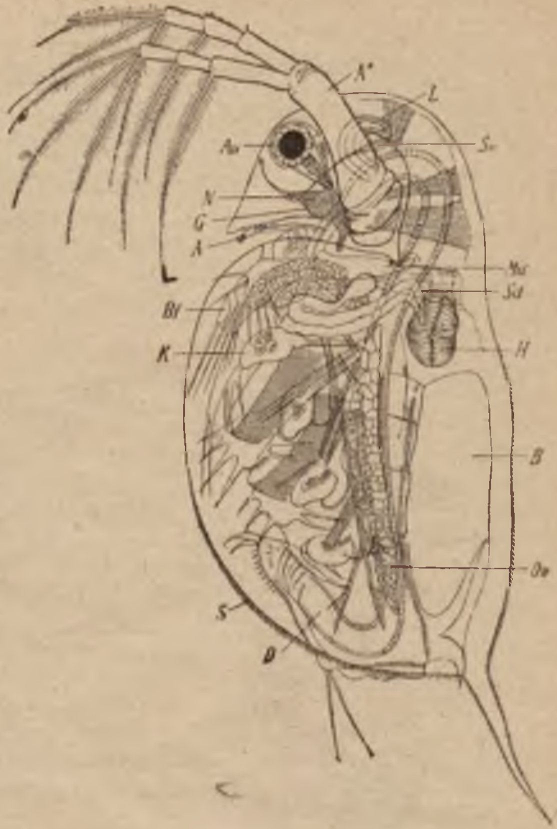
Ryc. 168. **Ośliczka wodna** (*Asellus aquaticus*) **z jajami pod tułowiem.** (Pow.)



Ryc. 169. **Kiełż zdrojowy** (*Gammarus pulex*). *A'*, *A''* — rożki, *Kf* — szczękonóża, F^1, F^7 — siedm par nóg tułowiowych, *Sf* — pierwsza noga pływna odwłoka. (Pow.)



Ryc. 170. **Samiec zadychry** *(Branchipus piscifirmis)*. *Rg* — serce, *D* — jelito, *M* — żuwaczki, *Sd* — gruczoł skorupowy, *Br* — przysadki skrzelowe, *T* — jądro. (Pow.)



Ryc. 171. **Samica rozwielitki** *(Daphnia)*. *A, A"* — pierwsza i druga para rożków, *Md* — żuwaczki, *Bf* — pierwsza noga tułowiowa, *K* — woreczki skrzelowe, *S* — skorupa, *B* — jama lęgowa, *G* — mózg, *N* — oko pływikowe, *Au* — oko złożone, *D* — jelito, *L* — woreczek wątrobowy, *Sd* — gruczoł skorupowy, *H* — serce, *Ov* — jajnik (Pow.)



Ryc. 172: **Przekopnica** *(Apus cancriformis)*.

pokarm rybom; z a d y c h r a (*Branchipus*, ryc. 170.) bez zdwojenia skóry, o ciele wydłużonem, i p r z e k o p n i c a (*Apus cancriformis*, ryc. 172.), pokryta płaskiem, tarczowatem zdwojeniem skóry od strony grzbietowej. Ostatnie z wymienionych postaci mają bardzo wiele nóg (przekopnica do 40 par), zamieszkują latem wysychające kałuże; złożone w mule jaja zimują, a z wiosną rozwijają się.

Rząd 4. WIDŁONOGI (Copepoda).

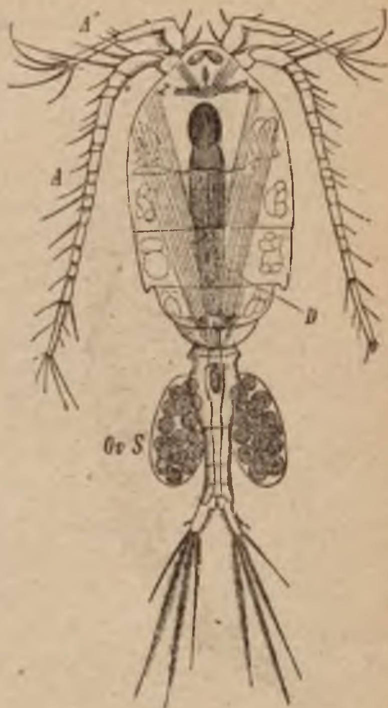
Odwłok bez nóg, ciało wydłużone, pięć par nóg pływnych, tułowiowych, widłowato rozszczepionych; są drobne, w wodach słodkich bardzo pospolite.

O c z l i k (*Cyclops*, ryc. 173.) o jednem oku, s p l e w k a (*Argulus foliaceus*) o ciele spłaszczonem, pasożytuje na rybach naszych.

Rząd 5. WĄSONOGI (Cirripedia).

Ciało niewyraźnie członkowane, sześć par nóg dwudzielnych, wąsowatych, cienkich, spiralnie skręconych; fałd skóry, osłaniający ciało z boków, wytwarza skorupkę wapienną. W wieku dojrzałym są nieruchomo przytwierdzone głową do przedmiotów podmorskich lub są pasożytami o bardzo uwstecznionej budowie; w stanie młodocianym (larwy) wolno pływają jako p ł y w i k i (*nauplius*).

Tu należą: k a c z e n i c a (*Lepas anatifera*, ryc. 174.) i p ą k l a (*Balanus*).



Ryc. 173. **Samica oczlika** (*Cyclops fuscus*) od strony grzbietowej. *A*, *A''* — rożki pierwszej i drugiej pary, *D* — jelito, *Ov S* — woreczki z jajami. (Pow.)



Ryc. 174. **Organizacja kaczenicy** (*Lepas*) **po usunięciu z jednej strony pokryw ciała.** *A'* — rożki pierwszej pary, *Cd* — gruczoł cementowy, *L* — przysadki wątrobowe przewodu pokarmowego, *T* — jądra, *Vd* — nasieniowód, *Ov* — jajnik, *Od* — jajowód, *Cf* — nogi wąsowate, *Te*, *Sc*, *C* — części skorupek, *M* — mięsień przywodzący.

Rząd 6. MAŁŻORACZKI (Ostracoda).

W wodach naszych bardzo pospolite, drobniutkie skorupiaki, osłonięte dwudzielnym fałdem skóry nakształt skorupki; nóg najczęściej tylko trzy pary, oprócz rożków i szczęk.

G r z ę p i k (*Cypris*) postaci owalnej.

Rząd 7. OSTROGONY (Xiphosura).

Obejmują jeden tylko rodzaj, s k r z y p ł o c z (*Limulus*, ryc. 175.). Jest to wielki skorupiak mórz podzwrotnikowych, o tarczowatem głowotułowiu i odwłoku zakończonym długim, ruchomym kolcem, z 6 parami szczękowatych nóg na głowotułowiu i 6 parami listkowatych szerokich nóg odwłokowych; pierwsza para nóg odwłokowych stanowi pokrywkę dla następnych par, czynnych jako skrzela.

W systemie sylurskim i dewońskim pospolite były zaginione już dziś t r ó j l i c z k i czyli t r y l o b i t y o ciele wydłużonem, podzielonem na trzy części, o licznych bardzo odnóżach dwudzielnych. Są one najbliżej spokrewnione z z a d y c h r ą i p r z e k o p n i c ą.

Typ. VI. PIERŚCIENICE (Annelides).

P i e r ś c i e n i c e, których najbardziej znanym przedstawicielem jest dżdżownica (*Lumbricus*, ryc. 176.), mają ciało wyraźnie członkowane, dwubocznie umiarowe, długie, robakowate, złożone z głowy, uzbrojonej często w czułki i twory szczękowate, oraz z długiego szeregu jednakowych pierścieni t. zw. o d c i n k ó w. Pierścienie ciała są opatrzone albo parami nieczłonkowanych oszczecionych nóżek (t. zw. *parapodia*), albo, jak u dżdżownicy, samemi tylko szczecinkami, lub wreszcie pierścienie ciała są pozbawione i nóżek i szczecinek, jak u pijawek. Od stawonogów różnią się więc wybitnie tem, że nóżki ich, nigdy nie są członkowane. Skóra zrasta się z mięśniami, pod nią bezpośrednio występującymi w jedną całość, t. zw. w ó r s k ó r n o m i ę ś n i o w y. Na głowie znajduje się otwór ust, wiodący do przewodu pokarmowego, który zwykle przebiega prosto i kończy się w tyle odbytem.

Układ nerwowy jest zbudowany jak u stawonogów, zwłaszcza zaś jak u wijów; odróżniamy więc parzysty zwój mózgowy nad przełykiem, obrączkę nerwową, otaczającą przełyk, oraz długi szereg zwojów brzusznych, połączonych z sobą podłużnemi spoidłami nerwowemi; ze zwojów wybiegają parzyste nerwy.

Ryc. 175. *a* — **Skrzypłocz** *Limulus moluccanus. a* — od strony grzbietowej; *O* — oczy, *St* — kolec ogonowy *b* — *L. rotundicauda* od strony brzusznej; *A* — szczękonóża, *B* — nogi, *K* — skrzela, *Op* — pokrywka skrzelowa, *Af* — odbyt. (Zmn.)

Gdy przetniemy ściankę ciała dżdżownicy, pijawki lub innej jakiej pierścienicy, zauważymy, że środkowa jama ciała jest podzielona zapomocą szeregu poprzecznych przegród, znajdujących się na granicy każdych dwu sąsiednich pierścieni, na osobne jakby komory.

Przewód pokarmowy i łańcuch brzuszny nerwowy przebijają wszystkie te przegrody, albowiem biegną wzdłuż całego ciała. Na każdą komorę przypada jeden zwój łańcucha nerwowego, a jelito tworzy też często w każdej komorze parę bocznych wypuklin. Nadto, na każdą komorę jamy ciała przypada para skręconych cewek, uchodzących na zewnątrz z boków ciała, a zakończonych od strony wewnętrznej, czyli ku jamie ciała, otwar-



Ryc. 176. **Dżdżownica** (*Lumbricus rubellus*). *a* — w całości, *b* — przedni koniec ciała od strony brzusznej, *c* — pojedyncza szczecinka. (Pow.)

tem lejkowatem rozszerzeniem. Są to narządy wydzielnicze czyli nerki.

Układ krążenia krwi składa się z naczynia krwionośnego grzbietowego i brzusznego, a często też i z pni bocznych, zwykle połączonych z sobą kolistemi spoidłami w każdym pierścieniu ciała. U dżdżownicy widać przeświecające przez skórę naczynia grzbietowe i brzuszne, ponieważ zawierają krew czerwoną.

Dżdżownica, jak i wiele innych pierścienic, jest obupłciowa, t. j. w każdym osobniku znajdują się samcze i samicze narządy rozrodcze. W okresie dojrzałości pojawia się na ciele dżdżownicy zgrubienie obrączkowe czyli siodełko, wytwarzające rodzaj kokonu, w którym zawarte są jaja, składane następnie do ziemi. Dżdżownica i większość innych lądowych oraz słodkowodnych pierścienic rozwija się bez przeobrażeń, morskie zaś podlegają przeobrażeniom, a ich kopułkowata larwa, opatrzona przewodem pokarmowym oraz pierścieniem rzęs na powierzchni ciała, zowie się rzęsokrążkiem (*trochophora*, ryc. 177.).



Ryc. 177. **Larwa robaka** *Polygordius*, zwana rzęsokrążkiem czyli trochoforą: *A* — w młodszym wieku, *B* — w starszym. *o.* — otwór odbytowy, *u.* — otwór ust, *p. c.* — płytka ciemieniowa, *p. rz.* — pierścień rzęskowy, *n.* — nerka.

Pierścienice dzielą się na kilka rzędów, z których najważniejsze są dwa następujące:

Rząd 1. SZCZECIONOGI (Chaetopoda).

Posiadają nieczłonkowane, oszczecione nóżki, po jednej parze na każdym pierścieniu ciała, albo też same tylko szczecinki, wprost na skórze osadzone. Osobniki opatrzone nóżkami są obficie osz-



Ryc. 178. **Nalepian rybik** *Arenicola marina (piscatorum)*.



Ryc. 179. Przekrój podłużny przez ciało wieloszczeta morskiego *Eunice*. *Lm* — mięśnie podłużne, *K* — skrzela, *R* — szczecinki nóżek, *Cd*, *Cv* — wąsowate szczecinki *(cirri)* tychże, *D* — jelito, *Rg* — naczynie grzbietowe, *Bg* — brzuszne, *S* — naczynie jelitowe, *C*, C_1, — jama ciała, *Tm* — mięśnie poprzeczne, *N* — łańcuch nerwowy brzuszny.

czecione, beznóżkowe zaś mają mało szczecinek; dlatego dzielimy je na wieloszczety (*Polychaeta*), do których należą bardzo liczne pierścienice morskie, często ze skrzelami na głowie n. p. rurówka (*Serpula*), nereida (*Nereïs*), nalepian (*Arenicola*, ryc. 178.), rozwałrzyca (*Eunice*, ryc. 179.) i inne, oraz skąposzczety (*Oligochaeta*) ze szczecinkami zwykle osadzonemi wzdłuż ciała w czterech rzędach, dwu grzbietowych i dwu brzusznych, n. p. dżdżownica (*Lumbricus*), pożyteczna w rolnictwie z powodu rozpulchniania próchnicy, rurkowiec (*Tubifex*), długi i cienki robaczek barwy czerwonej, żyjący gromadnie w mule wód słodkich, oraz inne.

Rząd 2. PIJAWKI (Hirudinei).

Ciało mają spłaszczone, od strony grzbietowej nieco wypukłe, od brzusznej płaskie; z przodu otwór ust na dnie małej przyssawki. U pijawki lekarskiej i niektórych innych gatunków otwór ten jest uzbrojony trzema blaszkowatemi i zazębionemi szczękami, które są trójpromienisto ustawione i dlatego ranka zadana przez pijawkę ma kształt trójpromienisty. W tyle ciała znajduje się druga, znacznie większa przyssawka, ponad którą mieści się otwór odbytowy. Przewód pokarmowy składa się z przełyku, jelita środkowego, opatrzonego bocznemi, ślepemi wypuklinami, oraz jelita odbytowego. Układ nerwowy, przegrody w jamie ciała oraz nerki w odcinkach ciała, jak u dżdżownicy.

Do pijawek należą: pijawka lekarska (*Hirudo medicinalis*, ryc. 180.), pijawka końska (*Aulostomum gulo*) i inne.

Typ VII. CZERWIOCHOWATE (Scolecida).

Zwierzęta o ciele po większej części dwubocznie umiarowem, robakowatem, wydłużonem, obłem lub płaskiem, bez segmentacyi, to znaczy nie złożonem z szeregu pierścieni (odcinków), oraz bez wszelkich śladów odnóży. Mięśnie ciała wraz ze skórą tworzą wór skórnomięśniowy. Przewód pokarmowy opatrzony otworem ustnym i odbytowym albo też tylko ustnym; u niektórych postaci pasożytnych przewód ten jest całkiem zanikły. Dzielą się na trzy najważniejsze gromady: obleńcowate, wrotki i płazińcowate.

Gromada I. OBLEŃCOWATE (Nemathelmintes).

Tu należą liczne postaci po największej części pasożytne, a najwybitniejszym ich przedstawicielem jest włosień (*Trichina*, ryc. 181.). Ciało mają obłe, zwykle na obu końcach zwężone, z przodu ciała otwór ust, w tyle odbyt; przewód pokarmowy prosty. Rozpatrując ciało obleńca

w przekroju poprzecznym, widzimy, że mięśnie zrośnięte ze skórą tworzą dwie smugi grzbietowe i dwie brzuszne, z boków ciała są przerwy międzymięśniowe, t. zw. linie boczne, a także przerwa na stronie

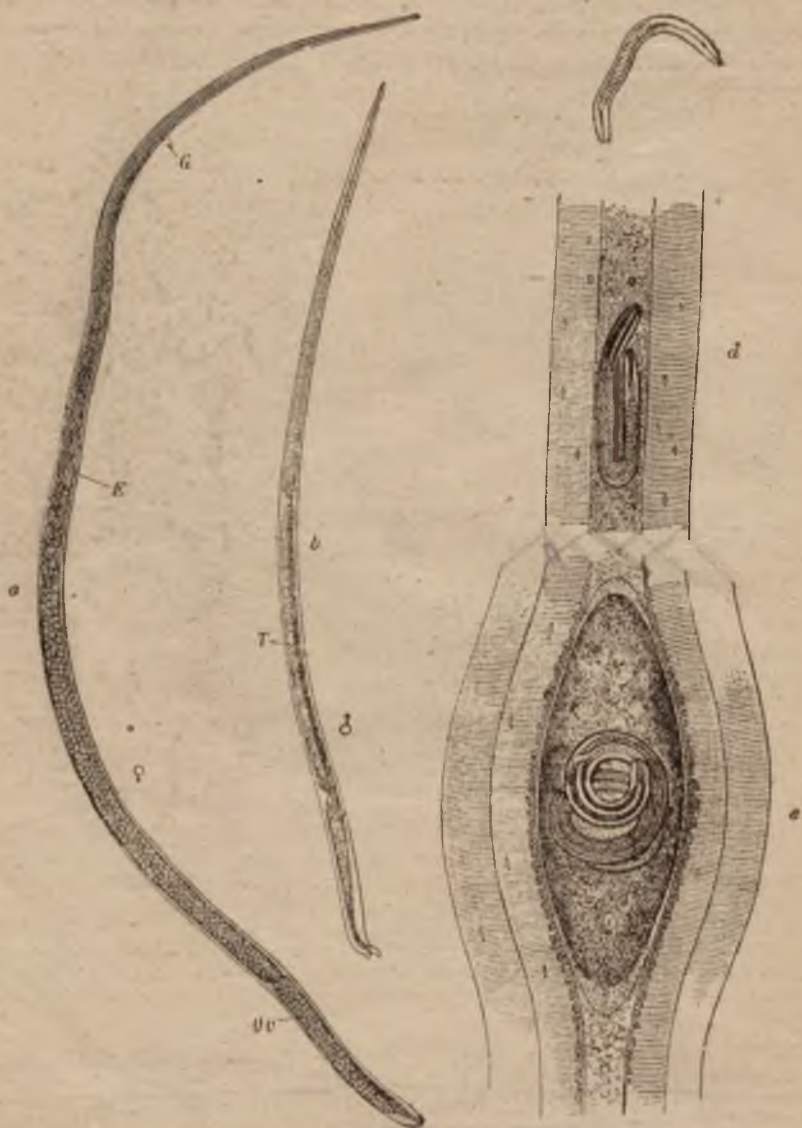


Ryc. 180. **Anatomia pijawki lekarskiej.** *A* — przedni koniec ciała od dołu (odpreparowane 3 szczęki *sz.*, oraz otworzony przełyk *p.). B* — przecięcie poprzeczne (schemat), na którem widać mięśnie woru skórno-mięśniowego okrężne *(m.)* oraz podłużne *(m')*, przewód pokarmowy *(p. k.)*, nerki i pęcherzyki moczowe *(p. m.)* oraz naczynia krwionośne: grzbietowe, boczne i brzuszne *(n. k.)*; w naczyniu brzusznem zawarty jest łańcuch nerwowy brzuszny. *C* — pijawka od dołu, część ścianki ciała wykrojona, przez co widać narządy płciowe *(pł.)*, łańcuch nerwowy *(ł. n.)*, wypukliny przewodu pokarmowego *(w. p. p.)*; *u.* — otwór ust, *sz.* — szczęki, *o* — otwór odbytowy.

grzbietowej i brzusznej na linii środkowej. W liniach bocznych mieszczą się narządy wydzielnicze czyli nerki, wzdłuż linii grzbietowej i brzusznej ciągną się dwa główne pnie nerwowe. Układu naczyniowego brak.

Tu należy: w ł o s i e ń s p i r a l n y (*Trichina spiralis*, ryc. 181.), drobniutki robaczek od 1—4 *mm* długości. Jeżeli n. p. człowiek spożyje niedostatecznie ugotowane mięso wieprzowe, zarażone włosieniami, t. j. zawierające zarodki ich otorbione wewnątrz włókien mięsnych, wówczas zarodki wydostają się, gdy sok żołądkowy strawi otaczające je

torebki. Uwolniony robaczek przenika do kiszek ludzkich, dojrzewa tu, a samica wydaje żywe młode, przyczem bardzo jest płodna, bo rodzi aż 1000 przeszło osobników. Te młodociane postaci wnet rozpoczynają wędrówkę po ciele ludzkiem, przenoszone w znacznej mierze przez prąd krwi i limfy. Gdy wchodzą do mięśni, sadowią się w nich, skręcają się spiralnie i otorbiają, a torebki te wyglądają jak maleńkie cytrynki. W stanie otorbionym (jako t. zw. trychiny mięśniowe) mogą przetrwać niezmienione przez wiele lat i dalej się tutaj nie rozwijają, aż dopóki znów przypadkowo nie dostaną się do żołądka jakiegoś ssaka (człowieka, świni, szczura, myszy), gdzie dojrzewają i rozmnażają się. Świnie najczęściej zarażają się trychinami, spożywając szczury, w których mięsie znajdują się otorbione włosienie. Człowiek znów zaraża się przez spożycie trychinowego mięsa wieprzo-



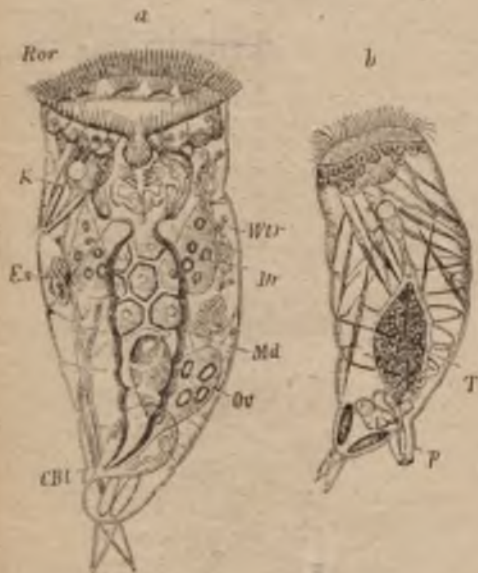
Ryc. 181. **Włosień** *(Trichina spiralis)*. *a* — samica, *Ov* — jajnik, *G* — otwór płciowy, *E* — zarodki; *b* — samiec, *T* — jądra; *c* — postać młodociana; *d* — ta sama postać we włóknie mięsnem; *e* — skręcona i otorbiona we włóknie mięsnem. (Pow.).

wego, w którem zarodki nie zostały zabite przez dostateczne ugotowanie. Choroba wywołana przez trychinę jest bardzo niebezpieczna.

Nitkowiec podskórny (*Filiaria medinensis*), w okolicach podzwrotnikowych, przeszło pół *m* długi, cienki jak struna, pasożytuje pod skórą człowieka, wielkie sprawiając cierpienia. W kiszkach człowieka pasożytuje wielka glista (*Ascaris lumbricoides*) oraz drobny owsik (*Oxyuris vermicularis*), pospolity zwłaszcza u dzieci.

Gromada II. WROTKI (Rotatoria).

Wrotki są to zwierzątka wielkości mikroskopowej, pospolite w wodach słodkich, szybko się poruszające zapomocą wysuwalnego przyrządu wrotnego, który jest umieszczony z przodu dokoła ust i przedstawia szczególne kurczliwe tarczki, pokryte rzęsami. U niektórych wrotków można odróżnić przednią, szerszą część ciała, zawierającą trzewia, oraz tylną, jakby odwłokową, węższą i obrączkowaną, zakończoną jednym lub dwoma kolcami. Przewód pokarmowy opatrzony otworem ustnym i odbytowym; n. p. *Rotifer*, *Hydatina* (ryc. 182.).



Ryc. 182. **Wrotek** (*Hydatina senta*). *a* — samica, *b* — samiec. *Ror* — narząd wrotny, *K* — żołądek żwacz, *Dr* — gruczoł trzustkowy, *Md* — żołądek, *Ov* — jajnik, *Wtr* — lejkowate ujście do jamy ciała narządów wydzielniczych (*Ex*), *CBl* — pęcherz kurczliwy, *T* — jądra. (Pow.)



Ryc. 183. **Anatomia wirka** *Leptoplana pallida*. *G* — zwój mózgowy, *O* — usta, *D* — rozgałęzienia jelita, *Ov* — jajniki, *Od* — jajowód, *V* — pochwa, *W. Goe* — żeńskie ujście rozrodcze, *T* — nasieniowód, *M. Goe* — męskie ujście rozrodcze. (Pow.)

Gromada III. PŁAZIŃCOWATE (Plathelmintes).

Robaki te mają ciało mocno spłaszczone, jednolite, lub też złożone z szeregu członów, tworzących jakby zbiór czyli kolonię osobników, od której końcowe człony mogą się odrywać. Niektóre żyją swobodnie w wodach, n. p. wirki, większość atoli prowadzi życie pasożytne, jak przy-

wry, tasiemce (solitery). Przewód pokarmowy, o ile istnieje, posiada jedynie otwór ust, często wszakże brak tego przewodu.

Tu należą trzy główne rzędy: wirki, smocznice i taśmowce.

Rząd 1. WIRKI (Turbellaria).

Na liściach naszych roślin wodnych lub na kamieniach strumieni górskich można często znaleźć delikatne, rozlewające się jakby, mlecznobiałe lub czarniawe zwierzątka, wielkości kilkucentymetrowej. Są to wypławki (*Planariae*), należące do wirków. Ta ostatnia nazwa pochodzi stąd, że skóra ich pokryta jest delikatnemi, falującemi rzęsami, które powodują wir wody. Na stronie brzusznej otwór ust prowadzi do przełyku i rozgałęzionego zwykle jelita, odbytu brak; jama ciała wypełniona tkanką miąszowatą. W morzach żyją liczne, bardzo pięknie ubarwione gatunki wirków, n. p. *Leptoplana* (ryc. 183.).

Rząd 2. SMOCZNICE (Trematodes).

Ciało płaskie, jednolite, opatrzone jednym, dwoma lub kilkoma smoczkami (przyssawkami). Prowadzą życie pasożytnicze.

Najważniejsza jest motylica wątrobowa (*Distomum s. Fasciola hepatica*, ryc. 184.), robak płaski, kształtu owalnego, opatrzony z przodu dwiema przyssawkami na stronie brzusznej; na dnie przedniej znajduje się otwór, prowadzący do przełyku, za którym następuje jelito o dwu rozgałęzionych odnogach; od-



Ryc. 184. **Motylica wątrobowa** *(Fasciola hepatica)*. *O* — usta, *D* — jelito (początkowa część), *S* — ssawka brzuszna, *T* — jądro, *Do* — gruczoły żółtkowe, *Ov* — jajowód, *Dr* — gruczoł płciowy. (Pow.)



Ryc. 185. **Rozwój motylicy** *(Fasciola hepatica)*. *a* — wolnopływający zarodek *(miracidium)*; *b* — sporocysta z rediami *(R)* wewnątrz; *c* — dorosła redia, *D* — jelito, *C* — cerkarye, *R* — redie, *K* — komórki płciowe, *d* — wolna cerkarya. (Pow.)

bytu brak. Żyje w przewodach żółciowych wątroby człowieka i niektórych zwierząt domowych, zwłaszcza owiec, powodując bardzo niebezpieczną chorobę. Z jaj motylicy, które dostają się do wody, lęgną się drobniutkie, orzęsione młode, swobodnie pływające (ryc. 185.). Ażeby mogły dalej się rozwijać, muszą dostać się do ciała ślimaka wodnego w rodzaju błotniarki (*Limnaea truncatula*), gdzie przekształcają się w workowate twory, worczoszki zw. sporocystami, w których lęgną się liczne, drobniejsze jeszcze gębwy, t. zw. redie, opatrzone już otworem ust i jelitem. Sporocysta zamiera, a młode redie opuszczają jej ciało i wytwarzają nowe pokolenia redii, aż wreszcie w końcu lata ostatnie ich pokolenie, opatrzone ruchomymi ogonkami (jak głowacze), a zwane drobistkami lub cerkaryami, opuszcza ciało ślimaka i zaczyna znów swobodnie pływać w wodzie. Wreszcie cerkarye wyłażą na rośliny wodne, tu się otorbiają, a gdy n. p. owce zjedzą wraz z roślinami owe otorbione istoty, uwalniają się one w ich żołądku i przekształcają w młode motylice, które wędrują do przewodów żółciowych, gdzie ostatecznie już dojrzewają.



Ryc. 186. **Stadya rozwoju tasiemca** *(a—c — Taenia solium, d — T. saginata). a* — jaje, w którem widać zarodek otoczony skorupką, *b* — wolny zarodek t. zw. *Oncosphaera, c* — wągier z wypuklonym na zewnątrz czerwiochem (szyjką), *d* — wągier w przekroju z czerwiochem wpuklonym jeszcze do wnętrza. (Pow.)

Rząd 3. TAŚMOWCE (Cestodes).

Są to również pasożyty, a niektóre gatunki ich dosięgają kilku metrów długości. Ponieważ przebywają w jelitach człowieka i różnych zwierząt, gdzie są otoczone sokami pożywnymi, przeto nie posiadają własnego przewodu pokarmowego, lecz odżywiają się za pośrednictwem skóry. Nie mają też narządów krążenia i oddychania, posiadają natomiast układ nerwowy i rurkowate narządy wydzielnicze, ciągnące się wzdłuż całego ciała.



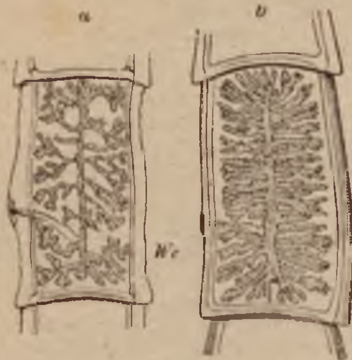
Ryc. 187. **Główka tasiemca uzbrojonego** *(T. solium).* (Pow.)

W jelitach ludzkich najpospolitszy jest tasiemiec czyli soliter uzbrojony (*Taenia solium*), 2—3 *m* długi, wstęgowaty, złożony z licznych członów. Na samym przodzie ma maleńką, kulistą główkę, gdzie umieszczone są 4 przyssawki oraz wieniec haczyków, którymi tasiemiec przymocowuje się do ścianki jelita swego żywiciela. W tyle poza główką powstają wciąż nowe człony, początkowo drobne, które stopniowo rosną i wypełniają się tysiącami dojrzałych jaj. Ostatnie tylne człony, jako najwcześniej utworzone,



Ryc. 188. **Tasiemiec nieuzbrojony** *(Taenia saginata).*

najpierw dojrzewają (ryc. 189.), a oderwawszy się od reszty ciała, wydostają się z kałem żywiciela na zewnątrz. Dalszy rozwój jaj zawartych w tych członach jest tylko wówczas możliwy, gdy jaja dostaną się przypadkowo do żołądka świni, która stanowi **pośredniego żywiciela**, podczas gdy człowiek, jak powiadamy, jest **żywicielem ostatecznym** tasiemca uzbrojonego. W żołądku świni twarda skorupka jaja ulega strawieniu, a wylęgły zarodek (ryc. 186. *b*), opatrzony sześcioma haczykami wędruje po ciele świni przeważnie za pośrednictwem krwi, dostaje się do mięśni lub innych narządów i tu przekształca się w kulisty pęcherzyk, zwany **wągrem** (*cysticersus*). Część ścianki pęcherzyka, wpuklona do wnętrza, otrzymuje przyssawki i haczyki, tworząc główkę (ryc. 186. *c*, *d*, 187.) tasiemca czyli **czerwioch** (*scolex*). Jeżeli teraz człowiek spożyje niedostatecznie ugotowaną wągrowatą wieprzowinę, wągry rozwiną się dalej w jego żołądku i jelitach; główka wypukli się na zewnątrz, reszta pęcherza ulegnie strawieniu. Przyczepiwszy się przyssawkami i haczykami do ściany jelita ludzkiego, główka tworzy poza sobą jakby przez pączkowanie cały łańcuch członków tasiemca (ryc. 188.).



Ryc. 189. **Człony dojrzałe tasiemca, gotowe do oderwania się.** *a* — *Taenia solium*, *b*—*T. saginata*. *Wc* — przewód wydzielniczy. (Pow.)

W jelitach ludzkich żyje także **tasiemiec nieuzbrojony** (*Taenia saginata*), pozbawiony haczyków, którego żywicielem pośrednim jest bydło; zarażenie zatem człowieka może nastąpić wskutek spożycia wągrowatej wołowiny. Nadto w jelitach ludzkich przebywa **bruzdogłowiec szeroki** (*Bothriocephalus latus*), którego żywicielami pośrednimi są ryby łososiowate.

W jelitach psa przebywa drobny, 3—6 *mm* długi **tasiemiec psi** (*Taenia echinococcus*), którego wągier, t. zw. **bąblowiec**, tworzy pęcherz z licznemi wypuklinami wtórnemi o wielu główkach, dosięgający wielkości głowy dziecięcej. Pies jest ostatecznym żywicielem tego tasiemca, pośrednim zaś żywicielem, u którego przebywa bąblowiec, jest najczęściej bydło, a rzadko bardzo i człowiek. Gdy taki wielki bąblowiec pojawi się w płucach lub wątrobie człowieka albo bydła rogatego, wywołuje niebezpieczną chorobę. U psa żyje jeszcze inny tasiemiec (*Taenia coenurus*), którego wągier, zwany **kręćką mózgową**, przebywa w mózgu owiec, wywołując chorobę, kołowaciznę.

Typ VIII. SZKARŁUPNIE (Echinodermata).

Zwierzęta, należące do wszystkich wyżej rozpatrzonych typów, odznaczają się, jak wiemy, dwuboczną symetryą ciała. Szkarłupnie natomiast, n. p. rozgwiazda lub jeżowiec morski, mają budowę **promienistą**, t. zn. że można przez ich ciało poprowadzić nie jedną, lecz więcej (5—10) płaszczyzn, dzielących ciało na dwie części symetryczne. W ciele ich odróżniamy **promienie** (*radii*) czyli części ułożone promienisto dokoła osi głównej, łączącej otwór ustny (pośrodku brzusznej strony ciała) z otworem odbytowym (pośrodku strony grzbietowej). Każde dwa promienie oddzielone są od siebie **międzypromieniem** (*interradii*). Jedne narządy, n. p. głównie pnie nerwowe, nóżkowate organy ruchu czyli t. zw. nogowia przypadają na owe promienie ciała, inne zaś narządy, n. p. rozrodcze, mieszczą się w międzypromieniach. U narysowanej na ryc. 190. rozgwiazdy rozwinięte są głównie promienie, międzypromienie stanowią tylko części tarczy środkowej; u jeżowca natomiast promienie i międzypromienie są jednakowo dobrze rozwinięte.

Szkarłupnie posiadają skórę twardą, zawierającą części wapienne, często w postaci regularnie ułożonych tabliczek, jak n. p. u jeżowców; nadto skóra często także opatrzona jest licznymi, ruchomymi kolcami.

Najbardziej charakterystycznymi narządami ciała szkarłupni są no

gowia (inaczej nóżki ambulakralne) czyli kurczliwe, cewkowate twory, ułożone dwoma szeregami w kierunku każdego promienia ciała i opatrzone na końcach banieczkowatemi przyssawkami. Otóż zwierzę, wyciągnąwszy silnie nogowia, chwyta się temi przyssawkami różnych przedmiotów podwodnych, a gdy następnie nogowia kurczą się, pociągają za sobą całe ciało. Rozciąganie nogowi odbywa się dzięki temu, że do wnętrza ich przenika woda morska ze szczególnych przewodów promienistych czyli kanałów wodnych, które wybiegają pośrodku ciała z przewodu kolistego; do tego przewodu zaś woda przenika zapomocą osobnego przewodu kamiennego, uchodzącego na zewnątrz przez otwór opatrzony jakby sitkiem (płytka sitowa albo madreporowa).

Przewód pokarmowy szkarłupni posiada otwór ustny i najczęściej także odbytowy. Układ nerwowy składa się ze środkowego pierścienia, który otacza otwór ust, oraz z nerwów promienisto z pierścienia wybiegających. Szkarłupnie ulegają zwykle w rozwoju swym złożonym przeobrażeniom, a postaci ich młodociane czyli larwy mają budowę dwubocznie symetryczną, n. p. larwa zwana usznicą (*auricularia*), prętowcem (*pluteus*) i inne.

Do szkarłupni należą następujące cztery gromady: rozgwiazdy, jeżowce, liliowce i strzykwy.

Gromada I. ROZGWIAZDY (Asteroidea).

Ciało najczęściej o pięciu (u niektórych gatunków dziesięciu) promieniach, wybiegających z tarczy środkowej, której części leżące na pograniczu każdych [illegible] sąsiednich promieni, stanowią międzypromienie (ryc. 190.). Pośrodku brzusznej strony tarczy otwór ust, naprzeciwko zaś, po stronie grzbietowej, zwykle otwór odbytowy. Skóra twarda, zawierająca brodawki i kolce. Na brzusznej stronie każdego promienia istnieje brózda, na której dnie osadzone są nogowia z przyssawkami. Wewnątrz promieni wapienne płytki szkieletowe, ustawione jedna za drugą szeregami i ruchomo z sobą połączone. Otwór ust prowadzi do prze-



Ryc. 190. **Rozgwiazda.** *Echinaster sentus* od strony brzusznej. *O* — usta, *Af* — nogowia.

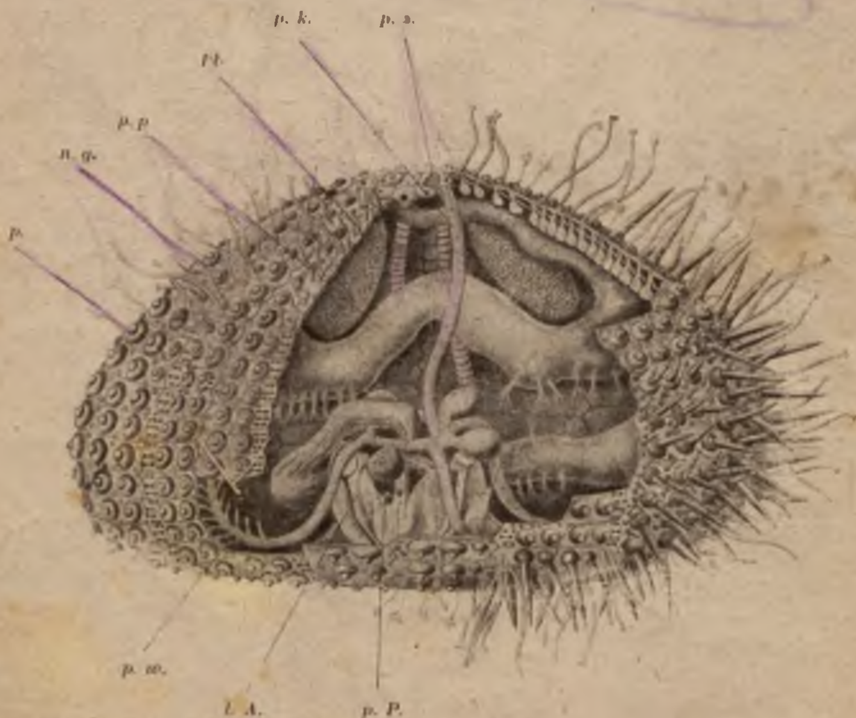
łyku i żołądka, z którego wybiegają rozgałęzione wypukliny do każdego promienia; ku górze z żołądka wybiega jelito. Wzdłuż brózdy na brzusznej stronie ciała biegną w każdym promieniu: naczynie krwionośne, przewód wodny i pień nerwowy; naczynie wodne wybiega z kolistego przewodu wodnego, krwionośne z pierścienia krwionośnego, nerw zaś z obrączki nerwowej, która znajduje się w środkowej tarczy ciała. Na końcach promieni mieszczą się plamki wzrokowe.

Rozgwiazdy są drapieżne, żywią się głównie ślimakami, często wysuwają daleko na zewnątrz swój przełyk, wynicowują go jakby i wprowadzają go do wnętrza muszli mięczaka, ażeby pożreć jego ciało. Większość zamieszkuje płytkie miejsca w morzu, niektóre atoli żyją w wielkich głębiach.

Tu należy: rozgwiazda pomarańczowa (*Astropecten aurantiacus*), *Asterina*, *Luidia* i inne. Z rozgwiazdami spokrewnione są t. zw. **wężowidła** (*Ophiuroidea*), n. p. wężowidło kruche (*Ophiotrix*), rozczochraniec (*Astrophyton*), o promieniach długich, cienkich, wybiegających z pięciokątnej tarczy środkowej, a niekiedy silnie rozgałęzionych. Rozgwiazdy odznaczają się zdolnością odradzania utraconych części ciała (regeneracya) tak, że z jednego nawet promienia, odciętego od reszty, odrodzić się może cała nowa rozgwiazda.

Gromada II. JEŻOWCE (Echinoidea).

Jeżowce, których przedstawicielem jest n. p. jeżowiec jadalny (*Echinus esculentus*), mają ciało mniej więcej kuliste, od dołu spłaszczone,



Ryc. 191. **Organizacya jeżowca morskiego.** Część skorupy została zdjęta dla pokazania wnętrza; z prawej strony zachowane zostały na skorupie igły, z lewej igły zostały usunięte. *l. A.* — latarnia Arystotelesa, *ng.* — nogowia, *p. p.* — przewód pokarmowy, *pł.* — gruczoły płciowe, *p. k.* — przewód kamienny układu wodnego, *p. s.* — płytka sitowa (madreporowa), *p.* — szczypczyki chwytne, *p. w.* — przewód wodny promienisty, *p. P.* — zbiorniki na kolistym przewodzie wodnym.

od strony grzbietowej wypukłe. Na ciele odróżniamy promienie i międzypromienie, jedne i drugie jednakowych rozmiarów, a nie jak u rozgwiazd, u których promienie są bardzo wydłużone, a międzypromienie słabo rozwinięte. W skórze znajdują się wielokątne płytki wapienne, ułożone w kierunku południków w dwadzieścia rzędów, z których połowa przypada na promienie, a druga połowa na międzypromienie; każdy zatem promień i każdy międzypromień zawiera dwa rzędy tych płytek. Płytki promieniowe są przebite drobnymi otworkami, przez które do nogowi przyssawkowych przenikają kanaliki układu wodnego (ryc. 191.).



Ryc. 192. Szczypczyki chwytne (pedicellarya) jeżowca.



Ryc. 193. **Larwa jeżowca, zwana prętowcem** *(pluteus). St* — **wyrostek łodyżkowy.**

Na skórze znajdują się liczne kolce ruchome, prócz tego drobniutkie szczypczyki (ryc. 192.), które chwytają różne obce ciałka i zrzucają z powierzchni ciała jeżowca, bezustannie je oczyszczając tym sposobem. Otwór ust na środku brzusznej strony ciała uzbrojony ząbkami, które stanowią części szczególnego wapiennego przyrządu żującego, zwanego **latarnią Arystotelesa**. Przewód pokarmowy tworzy w ciele zwierzęcia dwa obroty i pośrodku strony grzbietowej uchodzi na zewnątrz otworem odbytowym. W sąsiedztwie odbytu jest pięć płytek, na których mieszczą się szczątkowe narządy wzroku oraz **płytka sitowa** (madreporowa), przez którą woda morska dostaje się do układu wodnego, jak u rozgwiazdy. W kierunku promieni biegną przewody wodne, krwionośne i nerwy jak u rozgwiazdy, w międzypromieniach znajdują się narządy rozrodcze. Płci są rozdzielone. Jedne gatunki żyją w miejscach płytkich, inne w znacznych głębiach. Żywią się pokarmem zwierzęcym, głównie mięczakami. — Larwa ich zwana jest **prętowcem** (*pluteus*, ryc. 193.), ponieważ opatrzona jest pręcikami wapiennymi szkieletu.



R... 194. **Strzy...** *Cucumaria Planci* z wy-...ła(niętymi cz...mi *(T). Af* — nogowia.

Gromada III. STRZYKWY (Holothurioidea).

Powiedziano wyżej, że jeżowiec posiada otwór ust na stronie brzusznej, odbytowy zaś na stronie grzbietowej. Wyobraźmy sobie, że w kierunku owej osi ustno-odbytowej ciało jeżowca bardzo silnie się wydłuży. Otrzymamy wówczas długie, jakby robakowate ciało z otworem ust na jednym końcu, z odbytowym zaś na drugim, oraz z pięcioma rzędami nogowi, ciągnącymi się wzdłuż ciała w kierunku odpowiadającym promieniom.

Taką właśnie postać ciała posiadają strzykwy, n. p. strzykwa cewkowata (*Holothuria tubulosa*), opatrzona dokoła otworu ust wieńcem wysuwalnych czułków (ryc. 194.), okryta tęgą skórą z drobnemi zwapnieniami wewnętrznemi, z odbytem na końcu ciała i pięcioma szeregami nogowi wzdłuż ciała.

Niektóre są jadalne, n. p. trepang (*Holothuria edulis*) z mórz południowych. Niektóre strzykwy, schwytane lub prześladowane, wystrzykują (stąd nazwa) przez odbyt znaczną część przewodu pokarmowego i innych trzew, które im jednak wkrótce odrastają (regeneracya).

Gromada IV. LILIOWCE (Crinoidea).



Ryc. 195. Liliowiec *Isocrinus asteria*. *O* — usta. *A* — odbyt widziany na kielichu przedstawionym z góry (z powierzchni ustowej).

Ciało zwykle kielichowate, najczęściej osadzone na członkowanej łodyżce, zwrócone brzuszną stroną do góry, z długimi promieniami, które są zwykle rozgałęzione w boczne gałązki. Pośrodku brzusznej strony kielicha, wzniesionej do góry i pokrytej miękką skórą, znajduje się otwór ust, a obok niego odbyt (ryc. 195.). Na stronie grzbietowej kielicha, zwróconej ku dołowi, znajdują się twarde płytki wapienne. Niegdyś bardzo rozpowszechnione w oceanach, są obecnie rzadkie. Najpospolitsza jest rozwierucha różowa (*Antedon rosacea*), która tylko w młodocianym wieku osadzona jest na łodyżce, w późniejszym zaś pływa swobodnie. Wspaniałe, przeważnie zielonawe liliowce, n. p. *Bathycrinus*, tworzą miejscami jakby gąszcza całe na dnie wielkich otchłani oceanicznych.

Typ IX. ŻEBROPŁAWY (Ctenophora).

Ciało workowate, n. p. u świętognicy (*Beroe*), lub wstęgowate, n. p. u pasa Wenery (*Cestum Veneris*). Pływają, swobodnie, zwrócone otworem ust ku dołowi i opatrzone zwykle dwoma rozgałęzionymi czułkami. Wzdłuż ciała ciągnie się ośm żeberek; każde żeberko jest utworzone z szeregu orzęsionych płytek, zapomocą których zwierzęta poruszają się. W kierunku tych ośmiu żeberek ciągnie się ośm głównych przewodów jamy pokarmowej, połączonych ze środkową czyli osiową jej częścią. Na kopułowatym szczycie ciała, naprzeciwko otworu ust, znajduje się narząd nerwowozmysłowy, w skórze — komórki lepkie, osadzone na niteczkach skręconych.

N. p. *Beroe, Cestum, Callianira* (ryc. 196., 197.).



Ryc. 196. **Żebropław** *Callianira bialata*.



Ryc. 197. **Żebropław świętognica** *Beroe ovata*. *Ol* — narząd zmysłowy, t. zw. statolitowy, *Tr* — lejek t. j. lejkowato rozszerzony oddział jamy pokarmowej.

Typ X. JAMOCHŁONY (Coelenterata).

Zwierzęta jamochłonne, których przedstawicielami najbardziej znanymi są n. p. stułbie lub korale, mają symetrję promienistą, bo ciało ich nie jedną, lecz kilkoma (4—6) płaszczyznami da się podzielić na dwie połowy równe i symetryczne. Drugą ważną właściwością jamochłonów jest brak otworu odbytowego; przez otwór paszczowy zatem wprowadza zwierzę do wnętrza swego cząstki pokarmu oraz wydala na zewnątrz resztki niestrawione. Po trzecie: jamochłony nie mają osobnych naczyń krwionośnych; wprost z jamy pokarmowej wybiegają przewody, którymi krążą po ciele soki pożywne, pochodzące ze strawionych pokarmów. Powiadamy zatem, że jamochłony posiadają układ naczyniowo-pokarmowy. Niektóre wytwarzają w swem ciele wapienne części szkieletu (korale), a często napotykamy zbiory czyli kolonie połączonych ze sobą osobników. Przy rozmnażaniu się występuje u wielu jamochłonów t. zw. przemiana pokoleń, polegająca na tem, że dzieci różnią się wyglądem i budową ciała od rodziców swych, a wnuki dopiero otrzymują budowę podobną do budowy dziadków.

Jamochłony dzielą się na dwie wielkie grupy: parzydełkowce (*Cnidaria*) i gąbki (*Spongaria*).

Grupa I. PARZYDEŁKOWCE (Cnidaria).

Najpospolitszym przedstawicielem ich jest stułbia (*Hydra*). Drobne to zwierzątko, mające około 1 *cm* długości, pospolite w naszych wodach, ma kształt rurkowaty; na wierzchołku posiada otwór ust, a dokoła tegoż wieniec z 6—8 długich, cienkich, promienisto ułożonych czułków. Nasadą przytwierdza się do różnych przedmiotów podwodnych. Otwór ust prowadzi do workowatej jamy pokarmowej, której światło przedłuża się także do wnętrza czułków. Ścianka ciała składa się z dwu warstw komórek: zewnętrznej, skórnej warstwy czyli ektodermy, oraz wewnętrznej czyli entodermy, wyścielającej jamę pokarmową. Dwie te warstwy oddzielone są od siebie cieniutką błonką jednolitą, która jest zawiązkiem warstwy środkowej — mezodermy. W komórkach warstwy zewnętrznej, zwłaszcza zaś w czułkach, mieszczą się pęcherzyki, zawierające ostrą ciecz. Utwory te noszą nazwę parzydełek, skąd miano całej grupy. Gdy zwierzę jest przestraszone lub gdy samo napastuje zdobycz, nitki owe wysuwają się z pęcherzyków, ranią nieprzyjaciela, a ostra ciecz, przenikając do ranki, zabija różne drobne zwierzątka. Stułbia jest bardzo żarłoczna i odznacza się wielką zdolnością regeneracyjną; można ją pociąć na części, a z każdej wkrótce odrodzi się całkowity organizm. Rozmnaża się za pośrednictwem jaj, a także drogą pączkowania, to znaczy, że na ciele jej powstają wypuklinki, złożone ze wszystkich warstw ciała; pączki te otrzymują na wierzchołku otwór ust i czułki, a oderwawszy się od matki, tworzą osobniki samodzielne.



Ryc. 198. **Meduza** *Charybdea marsupialis*. *T* — czułki, *Rk* — ciałka brzeżne, *Ov* — jajniki. (Do str. 152.)

Parzydełkowce, które prócz hydry i kilku innych gatunków są mieszkańcami mórz, dzielą się na następujące rzędy: stułbiopławy, krążkopławy i korale.

Rząd 1. STUŁBIOPŁAWY (Hydrozoa).

Oprócz stułbii należą tu liczne bardzo postaci morskie, u których po większej części występuje przemiana pokoleń (*metagenesis*), a mianowicie pojawiają się tu na przemian pokolenia: polipa i pława czyli meduzy. Polip jest zbudowany podobnie jak stułbia. Ma ciało rurkowate, podstawą przytwierdzone do podłoża, u góry posiada otwór ust, otoczony promienisto ułożonymi czułkami; jama pokarmowa workowata. Ścianka

ciała składa się z warstwy skóry (ektodermy), warstwy wewnętrznej (entodermy) i zawartej między niemi cienkiej warstwy środkowej (mezodermy). Polip taki może się rozmnażać przez pączkowanie, a ponieważ powstałe w ten sposób osobniki potomne nie odrywają się, lecz pozostają w związku z rodzicem, przeto tworzą się drzewiasto rozgałęzione zbiory czyli kolonie polipów, których jamy pokarmowe łączą się z sobą.



Ryc. 201. *Podocoryne carnea.*



Ryc. 199. **Kolonia stułbiopława** *Podocoryne carnea.* *P* — polipy, *M* — pączkujące meduzy na polipach rozrodczych, *S* — osobnik (zoid) spiralny, *Sk* — osobnik (polip) szkieletowy, wszystkie razem połączone z sobą przez podstawową masę miękką (t. zw. *coenosarc*).



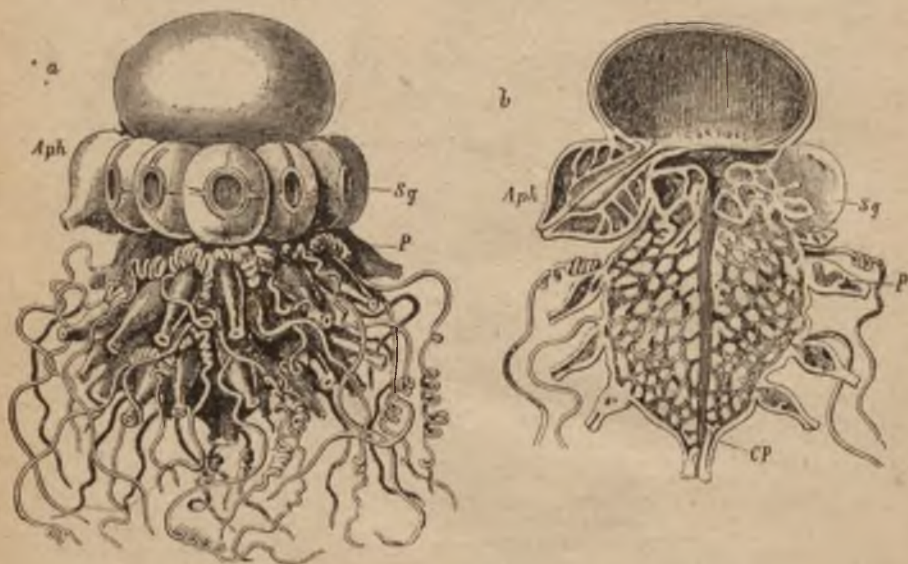


Ryc. 200. **Meduza** *Phialidium variabile,* widziana od strony podkrążkowej. *V* — żagiel *(velum),* *O* — usta, *Ov* — jajniki, *Ob* — ciałka zmysłowe (statocysty) *Rf* — czułki brzeżne.

Ryc. 202. **Cewiopław Roztrząchwa** *Physophora hydrostatica. Pn* — pęcherzyk powietrzny, *S* — dzwonki pławne, *T* — czułki, *P* — cewki żołądkowe, *Sf* — nici chwytne z parzydełkami *(Nk), G* — gronka płciowe.

Niekiedy kolonie składają się z kilku rodzajów osobników, n. p. u *Podocoryne*, gdzie widzimy odżywcze polipy cewkowe, polipy rozrodcze, na których przez pączkowanie tworzą się meduzy, polipy spiralnie skręcone oraz polipy szkieletowe (ryc. 199.).

Po pewnym czasie, na łodyżkach kolonii pojawiają się kuliste pączki, które przyjmują dzwonkowatą postać, odrywają się od kolonii i swobodnie pływają w morzu, jako pławy czyli meduzy. Meduza zatem ma postać dzwonka, u góry jest wypukła, od dołu wklęsła i tu zwiesza się rureczka, opatrzona u spodu otworem ust. Na brzegu dzwonka osadzone są promienisto nitkowate czułki brzeżne; tu znajdują się także narządy zmysłowe (oczy lub zmysły równowagi) i pierścień nerwowy podskórny. Często także otwór ust jest otoczony czułkami. Prowadzi on do jamy pokarmowej, która składa się ze środkowej części oraz z wybiegających



Ryc. 203. **Cewiopław** *Stephalia corona. a* — widok z boku, *b* — przecięcie; *Aph* — wywodzący oddział pęcherza powietrznego (u góry), *Sg* — dzwonki pławne, *P* — cewki żołądkowe wraz z nićmi chwytnemi, *CP* — środkowa cewka żołądkowa

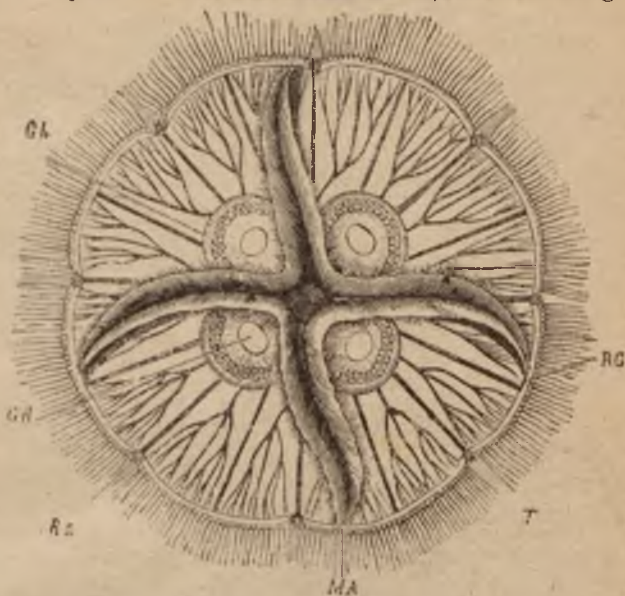
z niej promienisto przewodów, które blizko brzegu dzwonka łączą się z sobą zapomocą przewodu okrężnego. Od dołu, brzegiem dzwonka ciągnie się błoniasta obwódka — żagiel (*velum*, ryc. 200.). Kurcząc i rozkurczając ciało, pływa meduza skokami. Składa jaja, z których znów rozwijają się polipy, ostatnie zaś z kolei wytwarzają przez pączkowanie pokolenie meduz. Przykłady gatunków: *Tubularia*, *Campanularia*, *Phialidium*, *Podocoryne* (ryc. 199., 200., 201.).

Szczególną grupę stułbiopławów stanowią **cewiopławy** (*Siphonophora*). Są to kolonie różnorodnych osobników, spełniających rozmaite czynności i zbudowanych według typu polipów albo meduz; wszystkie są osadzone na wspólnej łodydze. Kolonia taka pływa swobodnie w morzu w położeniu pionowem, ponieważ u wierzchołka łodygi znajduje się pęcherzyk pławny, wypełniony powietrzem. Pomiędzy tymi osobnikami zbiorowymi odróżniamy: 1) meduzowate dzwonki pławne, 2) meduzowate osobniki zawierające narządy rozrodcze, 3) polipowate jednostki opatrzone otworem ustnym, 4) jednostki spłaszczone, bez otworu ust, mające kształt daszków obronnych, 5) oso-

bniki w kształcie długich czułków, mające w skórze liczne skupienia parzydełek. W kolonii takiej widzimy więc niejako p o d z i a ł p r a c y pomiędzy grupami osobników. Przykłady: *Agalma, Forscalia, Physophora, Stephalia* (ryc. 202., 203.).

Rząd 2. KRĄŻKOPŁAWY (Acalephae).

Tu należą ustroje o postaci m e d u z o w a t e j, lecz wyżej uorganizowane, aniżeli meduzy pławów. Mają one kształt wielkich nieraz krążków, ciało galaretowate, z potężnymi zwykle czułkami u otworu ust, umieszczonego na końcu rurki, zwieszającej się na brzusznej stronie krążka. Na brzegu krążka istnieją także czułki, żagla brak, narządy zmysłowe, promienisto rozmieszczone na brzegu krążka, są wysoko rozwinięte; każdy z nich zawiera jedno lub kilka oczek oraz pęcherzyk z kamykiem wewnątrz, będący zmysłem równowagi, t. zn., że zwierzę zapomocą tych narządów odczuwa położenie i utrzymuje równowagę ciała podczas ruchów. Ze środkowej części jamy pokarmowej wybiega zwykle wiele przewodów promienistych, często rozgałęzionych. Rozmnażają się za pośrednictwem jaj, lecz u wielu postaci rozwija się z jaja naprzód osobnik o budowie polipa, który przymocowuje się nasadą do podłoża i przez szereg przewężeń rozpada się na liczne krążki, jeden pod drugim, które oddzielają się i uwalniają jako meduzy. I tutaj więc mamy przemianę pokoleń.



Ryc. 204. **Chełbia modra** *(Aurelia aurita)*, widziana od strony brzusznej. *MA* — cztery czułki (ramiona) otaczające usta, *Gh* — gruczoły rozrodcze, *GH* — ujścia jam znajdujących się pod tymi gruczołami, *RG* — naczynie brzeżne, *Rk* — ciałka brzeżne zmysłowe, *T* — czułki brzeżne.

Przykłady: p e l a g i a ś w i e c ą c a (*Pelagia noctiluca*), wydająca światło fosforyczne, c h e ł b i a m o d r a (*Aurelia aurita*, ryc. 204.), r o z k r z a (*Rhizostomum Cuiveri*), *Charybdea marsupialis* (ryc. 198.).

Rząd 3. KORALE (Anthozoa).

Są one zbudowane według typu polipa, t. j. mają ciało workowate, przytwierdzone nasadą do podłoża, opatrzone u góry otworem ust z wieńcem czułków dokoła. Różnią się atoli od polipów stułbiopławów, n. p. od stułbii, tem, że mają ciało mięsiste, z powodu silnego rozwoju środkowej warstwy mezodermy, a dalej tem, że otwór ustny prowadzi tu naprzód do przełyku, a ten dopiero uchodzi do właściwej jamy pokarmo-

wej, która zapomocą przegród promienisto ustawionych dzieli się na pewną liczbę komór, połączonych z sobą pośrodku. Jedne osobniki żyją pojedynczo i te są zwykle wielkich rozmiarów, dosięgając wysokości kilku lub kikunastu *cm*; często mają świetne barwy i wyglądają jak kobierce



Ryc. 205. **Korale wieloczułkowe.** U góry (25 razy powiększony) mały zbiór (kolonia) osobników rodzaju *Astroides (A. calycularis)*; z lewej strony dwa osobniki z wyciągniętymi czułkami, a poniżej osobniki z wciągniętymi czułkami; z prawej strony sam szkielet jednego osobnika, w którym widać blaszkę ścienną, przegródki promieniste i pośrodku słupek. U dołu przy silniejszem powiększeniu jeden młody osobnik w przekroju podłużnym, zaraz po przytwierdzeniu się do podłoża, tak, iż szkielet *(sk)* tylko co zaczyna się tworzyć jako przegrody, wyrastające od spodu na dolnej powierzchni tarczy nożnej; *p* — miękkie przegrody ciała *(septae)*; *przł* — przełyk otoczony czułkami.

kwiatów na dnie morskiem; są to u k w i a ł y (*Actiniae*). Inne tworzą zbiory czyli kolonie, złożone z tysięcy osobników, których jamy pokarmowe łączą się z sobą. Te postaci zbiorowe wytwarzają zwykle szkielet wapienny. Szkieleciki oddzielnych osobników, zrastając się z sobą w wiel-

kie masy drzewiaste, tworzą t. zw. koralowinę, z której często powstają podwodne rafy lub całe wyspy koralowe.

Najbardziej znane gatunki korali, tworzących rafy, są *Madrepora, Maeandrina, Astraea*; koral czerwony (*Corallium rubrum*) wytwarza małe krzaczki koralowiny, z której szlifują ozdobne korale czerwone. U *Oculina* osobniki pojedyncze osadzone są daleko jeden od drugiego (ryc. 206.—210.).



Ryc. 206. Gałązka korala czerwonego (*Corallium rubrum*). *P* — polip.



Ryc. 207. Gałązka koralowiny *Madrepora eurystoma*.



Ryc. 208. Gałązka koralowiny *Oculina speciosa*.



Ryc. 209. Część koralowiny *Maeandrina arabica*.



Ryc. 210. Część koralowiny *Astraea pectinata*.

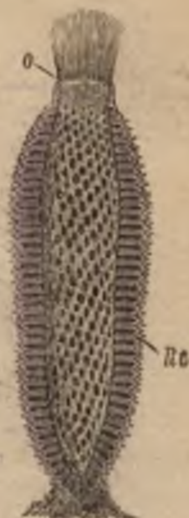
Grupa II. GĄBKI (Spongaria).

Najprościej zbudowaną gąbką jest t. zw. mieszek (*Ascon*), żyjący w morzach. Ma on ciało workowate o cienkiej ściance; u nasady przymocowany jest do podłoża. W górze znajduje się otwór wyciekowy (*osculum*), a w ściance ciała mnóstwo drobnych otworków (*pori*), przez które woda morska wraz z cząstkami pokarmu wpada do jamy trawiącej, wysłanej komórkami wiciowatemi, t. j. opatrzonemi długimi, wiotkimi wyrostkami plazmy — wiciami. Ruch wici wypędza następnie tę wodę przez otwór wyciekowy i w ten sposób przez ciało ustroju wciąż przepływa prąd wody. U innych gąbek, posiadających znacznie grubszą ściankę ciała, środkowa jama trawiąca uchodzi na zewnątrz otworem wyciekowym, a liczne otworki skórne prowadzą do całego układu kanalików prostych lub rozgałęzionych, połączonych z jamą środkową. Kanaliki te albo na całej długości są wysłane wiciowatemi komórkami, albo też

w pewnych tylko miejscach, bardziej rozszerzonych niż inne, czyli w t. zw. komorach wiciowych. Dzięki ruchom tych wici, woda, wpadająca z zewnątrz przez otworki skórne do kanalików, przepływa do środkowej jamy trawiącej, skąd znów przez otwór wyciekowy wydostaje się na zewnątrz, n. p. w rodzaju dzbańca (*Leucon*, ryc. 211.). W ciele bardzo wielu gąbek wytwarza się szkielet z igieł wapiennych, krzemionkowych lub rogowo-włóknistych. Gąbka używana w życiu codziennem stanowi rogowo-włóknisty szkielet gąbki zwyczajnej (*Euspongia officinalis*), poławianej głównie w morzu Adryatyckiem.



Ryc. 211. **Schemat budowy gąbki wapiennej** *Leucon*. *P* — otworki, przez które woda wcieka, *G* — komory wiciowe, *Or* — jama środkowa, *A* — *osculum* czyli otwór wyciekowy.



Ryc. 212. Gąbka *Sycandra raphanus* w przecięciu podłużnem. *O* — *osculum*, *Rt* — kanaliki promieniste w ścianie ciała, otwierające się jednym końcem na zewnątrz, drugim do jamy pokarmowej.

W wodach słodkich żyje rodzaj gąbki: nadecznik (*Spongilla*), z krzemionkowemi igiełkami szkieletu. Wskutek zrastania się wielu osobników gąbek, nadeczniki, jak i inne gąbki, przybierają nieraz najrozmaitsze postaci i dochodzą często do znacznej wielkości; gąbka, powstała ze zlania się wielu osobników, posiada także wiele otworów wyciekowych (ryc. 212.).

Typ XI. PIERWOTNIAKI (Protozoa).

Pierwotniaki są to istoty mikroskopijnie małe, złożone zwykle z jednej tylko komórki, rzadziej z grupy komórek luźnie z sobą połączonych i nie tworzących jeszcze żadnych tkanek (patrz str. 5.). W ciele każdego pierwotniaka, odróżniamy zaródź czyli protoplazmę z jądrem pośrodku, częstokroć błonkę zewnętrzną, a bardzo często na powierzchni ciała rzęski (*cilia*) lub wici (*flagella*), będące wytworami zarodzi i służące do ruchów. Niekiedy znów plazma tworzy tępe wypustki kurczliwe — nibynóżki (*pseudopodia*). Liczne pierwotniaki wytwarzają szkieleciki, najczęściej krzemionkowe lub wapienne. Rozmnażają się drogą samopodziału. Dzielą się na cztery gromady: 1) wymoczki (*Infusoria*), 2) wiciowce (*Flagellata*), korzenionóżki (*Rhizopoda*), 4) zarodnikowce (*Sporozoa*).

Gromada I. WYMOCZKI (Infusoria).

Ustroje jednokomórkowe, po większej części pokryte rzęskami (*cilia*). Zwykle stały otworek w błonce zewnętrznej (*cytostoma*) służy do pochłaniania pokarmu. Obok głównego jądra istnieje jeszcze mniejsze,

dodatkowe. W zarodzi znajduje się tętniący pęcherzyk, wypełniony wodnistym płynem, zwany wodniczkiem czyli b a n i e c z k ą t ę t n i ą c ą. Jako przykład wymoczków rozpatrzymy wirczyka (*Vorticella*, ryc. 214).

Ryc. 213. **Promieniowiec** *Thalassicolla pelagica.* (Pow.)

Piękny ten wymoczek ma ciało kielichowate, u podstawy przechodzące w kurczliwą łodyżkę, zapomocą której przyczepia się do obcych przedmiotów. W górnej części ciała znajduje się szeroka tarcza, pokryta rzęsami, a pod tą tarczą, na dnie szczególnego rowu istnieje otworek, służący do pobierania pokarmu; są to t. zw. „usta komórki" (*cytostoma*). Otworek prowadzi do krótkiego jakby przełyku, który otwiera się wprost do wnętrza zarodzi. Pokarm, otoczony wodnistą wydzieliną zarodzi, krąży w niej, dopóki nie zostanie strawiony, a resztki niestrawione są wydalane na zewnątrz w określonem miejscu ciała. Prócz tego, wewnątrz zarodzi widzimy j ą d r o d o d a t k o w e, odgrywające ważną rolę przy rozmnażaniu się wirczyka. W sąsiedztwie jądra widzimy b a n i e c z k ę t ę t n i ą c ą,



Ryc. 214. **Wirczyk** *(Vorticella microstoma)* w czasie łączenia się z mniejszym osobnikiem *(K)*. *N* — jądro, *c* — łodyżka.



Ryc. 215. *Stentor Roeselii.* *PV* — wodniczek tętniący, *N* — jądro wielkie.



Ryc. 216. **Małżynek** *(Stylonychia mytilus)* w czasie łączenia się dwu osobników. *N* — jądro.



Ryc. 217. **Małżynek** *(Stylonychia mytilus)* od strony brzusznej. *Wz* — rzęsy okołoustne, *C* — wodniczek tętniący, *N*, *n* — jądro wielkie i małe, *A* — chwilowo powstający otworek odbytowy.

wypełnioną wodnistą wydzieliną, która co pewien czas jest wydalana na zewnątrz. W łodyżce spostrzegamy kurczliwy mięsień, dzięki któremu, gdy zwierzątko jest podrażnione, łodyżka kurczy się jak sprężynka, a cały kielich przysiada niejako i wciąga rzęsy. Wirczyk rozmnaża się przez podział, a od czasu do czasu dwa osobniki, większy i mniejszy, łączą się z sobą i zlewają się, co przypomina proces zapłodnienia u wyższych ustrojów (ryc. 214.). U większości innych wymoczków, dwa zupełnie jednakowe osobniki łączą się z sobą tylko czasowo, podczas czego zachodzi zlewanie się pewnych produktów podziału ich jąder, poczem oba osobniki rozchodzą się i każdy dzieli się na liczne pokolenia osobników potomnych. Takie czasowe łączenie się dwu osobników nosi nazwę sprzęgania się (*coniugato*, ryc. 216.).

Oprócz wirczyka żyją u nas: stentor (*Stentor*), jeden z największych wymoczków, małżynek (*Stylonychia*) i inne (ryc. 215., 216., 217.).

Gromada II. WICIOWCE (Flagellata).

Należące tu pierwotniaki nie mają rzęs, lecz zwykle jedną lub kilka długich, wiotkich wici (*flagella*), poruszających się wężowato.



Ryc. 218. **Wiciowiec** *Euglena viridis*. *z* — otworek ustny u nasady wici, *o* — banieczka tętniąca. *N* — jądro.

Najpospolitszą jest euglena zielona (*Euglena viridis*, ryc. 218.), kształtu owalnego, z jedną wicią na końcu ciała; u nasady wici znajduje się plamka czerwona oraz otworek ustny. Wewnątrz jest jądro i banieczka tętniąca, prócz tego zaródź zawiera liczne gałeczki zieleni czyli chlorofilu, nadające zwierzątku barwę zieloną. Euglena, występująca w wielkiej ilości w wodzie, n. p. w beczkach ogrodowych, nadaje jej często kolor zielonawy. W wodach naszych żyją także wiciowce zbiorowe, złożone z kilkunastu lub większej liczby komórek, luźno z sobą połączonych; tworzą one zielone kulki, toczące się w wodzie wskutek ruchu wici; są to t. zw. toczki (*Volvocineae*). Kulisty, gromadnie żyjący wiciowiec morski, nocoświetlik (*Noctiluca miliaris*), wydaje silne światło fosforyczne. Niektóre wiciowce są pasożytami ludzi i zwierząt domowych, n. p. *Trypanosoma ugadense*, wywołująca w niektórych krajach podzwrotnikowych, n. p. w Afryce środkowej, u ludzi niebezpieczną chorobę, zwaną śpiączką, która zwykle kończy się śmiercią.

Gromada III. KORZENIONÓŻKI (Rhizopoda).

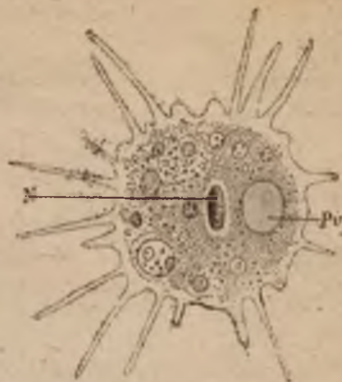
Są to istoty jednokomórkowe, których zaródź tworzy tępe lub nitkowane wypustki kurczliwe, często rozgałęzione; są to nibynóżki (*pseudopodia*); zmieniają one swój kształt i służą głównie do ruchu. Niektóre korzenionóżki wytwarzają skorupki, najczęściej wapienne lub krzemionkowe.

Najpospolitszy jest pełzak (*Amoeba*, ryc. 220.), żyjący w wodach słodkich. Jest to istota o zmiennej postaci, zaródź jej przedłuża się w tępe wypustki, które kurczą się i rozkurczają, służąc do pełzania oraz chwytania pokarmu. Wewnątrz zarodzi jest jądro i banieczka tętniąca. W wodach słodkich, a głównie w morzach żyją także liczne otwornice (*Foraminifera*), korzenionóżki o długich, nitkowatych wypustkach, które wychodzą z zarodzi przez otworki w wapiennej skorupce, otaczającej ciało tych zwierzątek. Martwe skorupki otwornic na dnie dawniejszych oceanów dały początek pokładom kredy lub wapniowi numulitowemu, zawierającemu skorupki dosyć duże, t. zw. numulity (ryc. 219.), n. p. u wejścia do doliny Kościeliskiej w Zakopanem. I dziś jeszcze, w niekto-

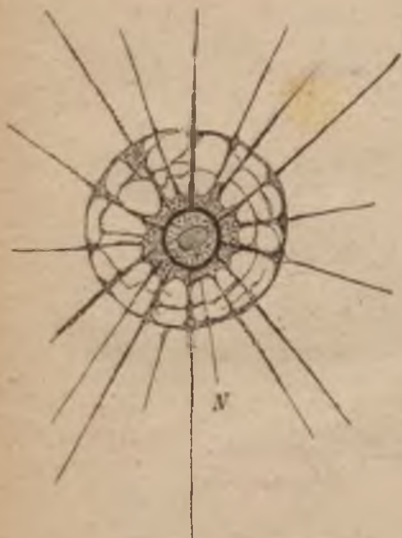
rych morzach opadają na dno miliardy skorupek, tworzących muł otwornicowy. Do pięknych otwornic należy n. p. pospolita w morzach *Discorbina s. Rotalia* (ryc. 223.).



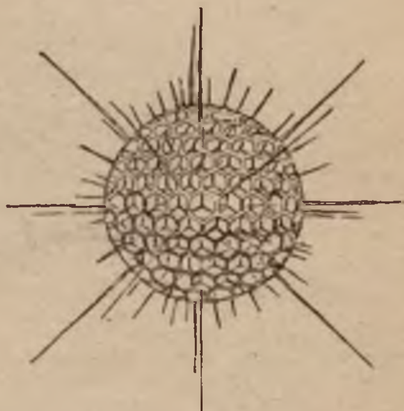
Ryc. 219. **Kawałek wapienia numulitowego** w przekroju poziomym, na którym widać pojedyncze numulity.



Ryc. 220. **Pełzak** *Amoeba polypodia. N* — **jądro** *Pv* — **wodniczek tętniący.** (Pow.)



Ryc. 221. **Młoda (jednojądrowa) słonecznica** *(Actinosphaerium). N* — jądro. (Pow.)



Ryc. 222. **Promieniowiec** *Heliosphaera echinoides.* (Pow.)

W morzach żyją także p r o m i e n i o w c e (*Radiolaria*, ryc. 222.) o nitkowych wypustkach zarodzi. Misterne ich szkieleciki zbudowane są zwykle z igieł promienisto ułożonych i połączonych w sposób wielce złożony w prześliczne siateczki najfantastyczniejszych postaci; tworzą w licznych miejscach na dnie oceanu muł promieniowcowy. W naszych wodach żyją pokrewne promieniowcom s ł o n e c z n i c e (*Heliozoa*), których wypustki wybiegają z ciała jak promienie słońca, n. p. *Actinosphaerium* (ryc. 221.)

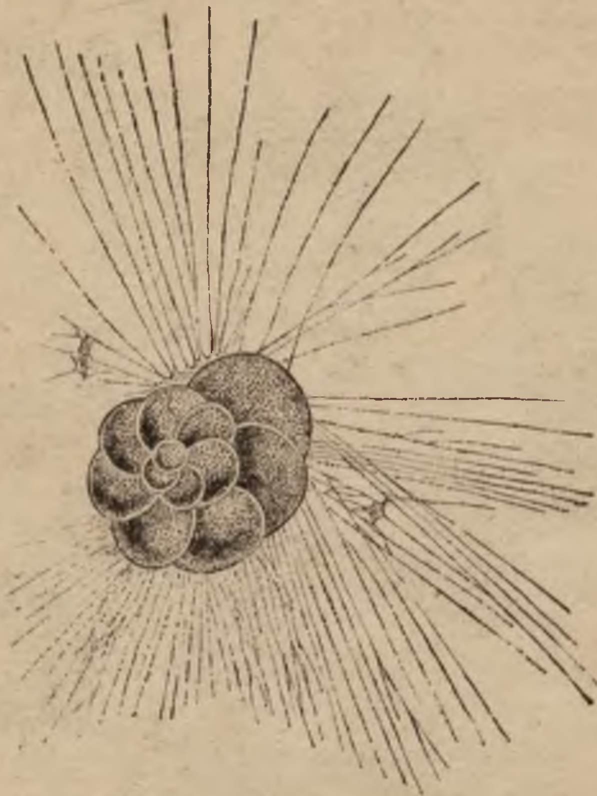
Gromada IV. ZARODNIKOWCE (Sporozoa).

Są to pierwotniaki pasożytne, pozbawione otworka do pobierania karmu, nie posiadające rzęs, wici, pozbawione najczęściej wyraźnych ynóżek. Rozmnażają się zapomocą drobnych ciałek, zwanych z a r o- i k a m i.

Do zarodnikowców należą h u r m a c z k i (*Gregarinidae*), o ciele wydłużonem, za- zkujące przewód pokarmowy i inne narządy stawonogów, robaków i niektórych innych zwierząt bezkręgowych; k o k c y d y e (*Coccididae*), pasożytujące w ściance przewodu

pokarmowego zwierząt kręgowych i bezkręgowych, postaci najczęściej owalnej, n. p. pospolite u królika *Coccidium cuniculi*.

Do zarodnikowców należą wreszcie pasożyty krwi (*Haemosporidia*) ich najważniejszym przedstawicielem jest pasożyt malaryczny (*Plasmodium malariae*), drobniutki organizm, który dostawszy się do krwi ludzkiej, powoduje wycieńczającą chorobę, zwaną malaryą czyli zimnicą. Choroba ta pochodzi stąd, że ów pasożyt, podobny do drobnego jakby pełzaka, rozmnaża się we krwi bardzo obficie, a przenikając do jej czerwonych ciałek, niszczy je. A mianowicie wewnątrz takiego ciałka czerwonego pasożyt



Ryc. 223. **Otwornica** *Discorbina (Rotalia) veneta.* (Pow.)

rozpada się na drobne osobniki potomne, które uwolniwszy się, przenikają do nowych ciałek krwi. Za każdym razem, gdy wylęga się nowe pokolenie pasożytów, napastujących czerwone ciałka krwi, chory dostaje silnych dreszczy czyli paroksyzmu malaryi. Pasożyty te przenosi na człowieka komar widliszek (*Anopheles*), który sam się zaraża, wysysając krew chorych ludzi. Pasożyty rozmnażają się w ciele komara, gdzie osobniki żeńskie, większe (makrogamety), łączą się z mniejszymi, męskimi (mikrogametami), a powstające z tego połączenia osobniki rozpadają się ostatecznie na drobniutkie, nitkowate zarodniki, przenikające do gruczołów ślinowych widliszka. Gdy widliszek taki ukłuje i ssie krew zdrowego człowieka, zarodniki dostają się do niej z jego śliny i rozpoczynają dalszy swój rozwój. (Co do szczegółów p. objaśnienie ryc. 224.).

Ponieważ komary te przebywają w okolicach bagnistych, tam więc najczęściej panuje wśród ludzi malarya; jest ona częsta szczególniej w krajach ciepłych, n. p. w wielu okolicach Włoch lub Istryi, ale i u nas nierzadko się zdarza. W krajach podzwrotnikowych panują bardzo niebezpieczne gorączki malaryczne. Istnieje kilka gatunków: *Plasmodium malariae, Pl. praecox, Pl. vivax.*



Ryc. 224. **Rozwój zarazka malarycznego** *(Plasmodium praecox)*. *1* — t. zw. sporozoity czyli zarodniki, przenikające do krwi ludzkiej ze śliną komara, *2—5* — sporozoit rozrastający się wewnątrz krwinki (czerwonego ciałka krwi), gdzie tworzy kuliste ciało (t. zw. schizont), rozpadające się na liczne drobne zarodniki, t. zw. merozoity *(6)*, które znów napastują nowe krwinki. Merozoity po pewnej liczbie pokoleń rozrastają się w krwinkach *(7—8)*, tworząc w jednych elementy żeńskie (jajowe) *(9, 11)*, w innych zaś męskie, które po opuszczeniu krwinki wytwarzają nitkowate plemniki *(10)*. Gdy te elementy żeńskie i męskie dostaną się do żołądka komara (który wyssał krew z człowieka chorego na malaryę), osobnik męski łączy się z żeńskim *(12)* i powstaje t. zw. ookinet *(13)*, który wędruje do zewnętrznej powłoki ściany żołądka komara *(14)*, poczem otorbia się i przez wielokrotny podział plazmy z jądrem wytwarza ostatecznie sporozoity *(15—18)*, przenikające do gruczołu ślinowego komara, gdzie spoczywają *(20)* aż do chwili, gdy znów się do krwi ludzkiej dostaną; *21* — żołądek komara widliszka, z torebkami malarycznemi (t. zw. oocystami), *22* — gąsienica i *19* — poczwarka komara widliszka, *23* — samica komara widliszka, *24* — głowa samca. (Pod mikroskopem.)

IV.

GEOGRAFIA ZWIERZĄT.

Rozmieszczenie zwierząt na kuli ziemskiej jest przedmiotem badań geografii zwierząt czyli zoogeografii. Faunę kuli ziemskiej dzieli zoogeografia na dwie ogromne połacie: 1) lądową (fauna lądów wraz z fauną stawów, rzek, potoków i atmosfery) i 2) oceaniczną. W obu połaciach stwierdza zoogeograf dwojakiego rodzaju formy zwierzęce: 1) rodzime, t. zw. endemiczne, w odległej przeszłości tego obszaru już występujące, i 2) napływowe, t. zw. immigracyjne, z innych obszarów pochodzące.

Rozsiedlenie jakiegoś gatunku lub jakiejś grupy zwierzęcej zależy od bardzo wielu czynników. Ważną rolę pod tym względem odgrywa przedewszystkiem klimat, który dla pewnych zwierząt może być zabójczy. Innym czynnikiem jest konfiguracya lądów i mórz; dla mnóstwa form stanowi morze zaporę nie do przezwyciężenia. Podobnym czynnikiem są działy wód i łańcuchy górskie. Decydującą w rozmieszczeniu zwierząt jest niekiedy wzajemna zależność jestestw, n. p. występowanie niektórych gatunków owadzich jest zależne od występowania pewnych gatunków roślin, których liśćmi karmią się gasienice tych owadów. Zwierzęta rozsiedlają się bądź czynnie, jeżeli same przechodzą z jednej okolicy do drugiej w poszukiwaniu za żerem, bądź biernie, jeżeli w inne obszary zaniesie je woda, wiatr i t. p.

Ponieważ jeszcze dalecy jesteśmy od dokładnej znajomości wszystkich form zwierzęcych, które żyły kiedyś na ziemi i obecnie żyją, przeto musimy oprzeć się w celu wyznaczenia stref zoologicznych na grupach najlepiej dotychczas poznanych. Temi są ssaki i ptaki. Na podstawie rozsiedlenia się tych zwierząt na ziemi zoogeografia wyznaczyła w połaci lądowej następujące strefy zoologiczne: 1) arktogeę, 2) notogeę, 3) neogeę, 4) arktydę czyli strefę polarną północną, 5) antarktydę czyli strefę polarną południową.

1. **Arktogea** obejmuje Amerykę północną, Europę, Afrykę z Madagaskarem i Azyę z wyspami. Wyróżniamy w niej następujące wielkie obszary:

I. Obszar palearktyczny, zwany także eurazyą, obejmuje przestrzeń od wysp Azorskich i Kanaryjskich aż do Japonii. Północną granicą tego obszaru jest granica zasięgu drzew, południowa przechodzi przez pustynię Saharę, północną Arabię, przez zatokę Perską i przez góry Himalajskie. Krajobraz obszaru bardzo urozmaicony; obok rozległych nizin wyżyny, powypiętrzane w systemy górskie, z których najważniejszym jest

system ciągnący się od Pirenejów przez Alpy, Kaukaz po koniec gór Himalajskich. Na zachodzie i północy przeważają lasy, na wschodzie stepy, w Azyi przemieniające się nawet w pustynie.

Cechy faunistyczne. Z zwierząt ssących występują: pewne małpy (Gibraltar, Afryka półn., Japonia), które wtargnęły w ten obszar z południa; krety, wyłącznie dla tego obszaru właściwe; borsuk od Anglii aż do Japonii; sporo endemicznych gryzoniów, z tych koszatka (*Myoxus*) tylko w Europie; z parzystokopytnych — owce, kozy, kozice, antylopy, jelenie, sarny. Z ptaków — dużo gatunków tylko w tym obszarze żyjących (gajówka, gil, trznadel, sroka i t. d.). Z gadów i płazów występują niektóre gatunki, jako endemiczne, n. p. odmieniec jaskiniowy i jaszczór plamisty.

Obszar palearktyczny dzieli się na następujące okolice. 1) Okolica europejska. Północną granicą tej okolicy jest linia zasięgu drzew, południową — linia, biegnąca przez Pireneje, Alpy, Bałkan, północne wybrzeża morza Czarnego i Kaukaz, wschodnią — rzeka Ob. Klimat tej przestrzeni jest pod wpływem morza. Część południowa porosła lasami, część północna — borami. Krajobraz — wybitnie zmieniony kulturą ludzką. Typowemi zwierzętami z gromady ssaków są: jeleń, sarna, kozica, borsuk, niedźwiedź, wilk, zając i t. d.; z gromady ptaków: krzyżodzióby, drozdy, trznadle, sikory i t. d. 2) Okolica środkowo-azyatycka obejmuje Syberyę i wyżynę Tybetańską. 3) Okolica mandżurska obejmuje Mandżuryę, Koreę, Japonię i północne Chiny. 4) Okolica śródziemnomorska obejmuje północną Afrykę, Arabię, Syryę, Persyę, Beludżystan, Afganistan, Małą Azyę, półwysep Bałkański, Apeniński, Pirenejski, wyspy Kanaryjskie i Azorskie.

II. Obszar nearktyczny zajmuje całą północną Amerykę. Na północy granica jego zlewa się z granicą zasięgu drzew, na południe dochodzi aż do Meksyku, obejmując jeszcze wyżynę Meksykańską. Kilkanaście endemicznych form zwierząt kręgowych wyróżnia go od obszaru palearktycznego. Endemicznemi postaciami są — z ssących: pewne niedźwiedzie (*Bassariscus* i *Nasua*), śmierdziel (*Mephitis*), bóbr górski, jeleń (*Cariacus*); z ptaków: gołąb wędrowny (*Ectopistes*), pewne jarząbki (*Cupidonia*) i inne; z ryb interesujące są ryby jaskiniowe (*Amblyopsis*).

III. Obszar etyopski obejmuje części Afryki i Arabii, leżące na południe od zwrotnika Raka. Klimat przeważnie gorący, w pewnych okolicach umiarkowany. Wegetacya o dwu typach: stepy i nieprzebyte lasy.

Cechy faunistyczne. Jeleni, kóz, owiec, świń, niedźwiedzi, kretów — brak. Natomiast występują: goryl, szympans, pawian, małpozwierze (Madagaskar), pewne gatunki owadożernych i drapieżnych. Najbardziej jednak znamiennemi dla tego obszaru są: zebry, antylopy, żyrafy, hipopotamy. Ptasich form endemicznych jest mniej niż zwierząt ssących, pewne atoli ptaki są dla tego obszaru znamienne, jak n. p. dwupalcowe biegusy.

Obszar etyopski dzielimy na cztery okolice: 1) wschodnio-afrykańską, 2) zachodnio-afrykańską, 3) południowo-afrykańską i 4) madagassyjską, z tych najwybitniejszą jest ostatnia, obejmująca wyspy: Madagaskar, Komory i inne pobliskie. Szczególniej znamienne są dla tej okolicy małpozwierze. W erze mezozoicznej obszar etyopski był połączony od zachodu z lądem Ameryki południowej, od wschodu przez Madagaskar z Indyami. Później nastał okres odcięcia,

w czasie którego oddzielił się Madagaskar także od kontynentu afrykańskiego. Na tejto wyspie utrzymywała się dalej pierwotna fauna afrykańska. W płiocenie wtargnęły ze strony Syryi na dolinę Nilu i dalej, wgłąb Afryki, wyższe ssaki, jak małpy, antylopy, żyrafy, słonie i t. d., wypierając corazto energiczniej dawną faunę obszaru etyopskiego.

IV. Obszar wschodni obejmuje Indye, Ceylon, Sumatrę, Jawę, Timor, Celebes, Borneo, Formozę i Filipiny. Klimat tropikalny. Topograficznie — wielka rozmaitość.

Cechy faunistyczne. Zwierzęta ssące występują w mniejszej liczbie gatunków, niż w obszarze etyopskim. Typowemi są: orangutan na Borneo i Sumatrze, tygrys na całej prawie przestrzeni, niedźwiedzie, kilka gatunków endemicznych myszy, woły, jelenie i słonie, charakterystyczną formą są tapiry. — Świat ptasi bardzo bogato reprezentowany; wiele rodzajów endemicznych. Uderza bogactwo kuraków. Tu jest ojczyzna macierzystej formy naszego kura domowego. Z gadów mnóstwo węży; znamiennym jest gawial. Z płazów i ryb również wiele gatunków charakterystycznych.

W obszarze wschodnim wyróżniamy następujące okolice: 1) przedindyjską, 2) ceylońską, 3) zaindyjską, 4) sundajską, 5) filipińską i 6) celebeską.

2. **Notogea** obejmuje Australię, Nową Gwineę, Nową Zelandyę, na zachodzie wyspy Moluckie, na wschodzie wyspy oceanu Spokojnego z wyjątkiem niektórych. Klimat przeważnie gorący. Okolice wybrzeżne o bujnej florze, w wnętrzu kontynentu — stepy i pustynie.

Cechy faunistyczne. Stekowce i torbacze wyróżniają notogeę od wszystkich innych stref zoologicznych. Przedstawicielem pierwszych jest dziobak, drugie mają tutaj bardzo licznych reprezentantów, dość wspomnieć, że z ogólnej liczby 200 jest ich w Australii 150. Rozwinęły się one w dwie grupy: roślinożerne i mięsożerne. Z ptaków typowemi dla tej strefy są: kazuar hełmisty, kiwi, pewne gatunki papug (kakadu) i wikłaczy. Z gadów zasługuje na uwagę Hatteria. Ogoniastych płazów brak. Z ryb — endemiczną formą jest rogoząb (*Ceratodus*).

Notogea dzieli się na 5 okolic: 1) australijską, 2) nowozelandzką, 3) nowogwinejską albo papuańską, 4) polinezyjską i 5) hawajską.

3. **Neogea** obejmuje południową i środkową Ameryką i Indye Zachodnie. Klimat na tej przestrzeni bardzo rozmaity. Dwie formacye roślinne: lasy i stepy.

Cechy faunistyczne. Świat zwierzęcy jest bardzo jednolity i zupełnie różny od innych stref zoologicznych. Cechują go przedewszystkiem z torbaczów dydelfy i rząd szczerbaków (leniwiec, mrówkojad, pancernik), które tu mają swoje centrum rozwojowe, o czem świadczą znajdywane w pokładach geologicznych szczątki. Endemiczne są pewne gatunki gryzoni n. p. świnka morska. Brak w tej strefie świń, hipopotamów, wielbłądów, żyraf, jeleni, antylop, owiec, kóz, wołów, słoni, natomiast występują inne charakterystyczne zwierzęta n. p. lama. Z drapieżnych na uwagę zasługują puma, jaguar i pewne niedźwiedzie. Fauną małp szerokonosych (wyjec rudy) różni się ta strefa od wszystkich innych. Z ptaków — endemicznemi formami są szczególne gatunki papug (Ara), kolibry, kondory, trójpalcowe biegusy. Brak zupełnie ptaków śpiewających. Z gromady gadów

znamienne są: kajmany, aligatory, pewne szczególne gatunki jaszczórkowatych, których gdzieindziej niema, wielkie okazy wężów, n. p. boa dusiciel, anakonda. Z płazów występują przeważnie bezogonowe, w licznych formach endemicznych. Z ryb — charakterystyczne są węgorze elektryczne i ryby dwudyszne (*Lepidosiren paradoxa*). Świat owadzi wykazuje taką różnorodność form, jakiej nie spotykamy w żadnej innej strefie zoologicznej.

Neogeę dzielimy na 4 okolice: 1) chilijską, 2) brazylijską, 3) meksykańską i 4) zachodnio-indyjską.

4. **Arktyda** czyli **strefa polarna północna** obejmuje północne wybrzeża Europy, Azyi i Ameryki, na północ od linii zasięgu drzew. Klimat zimny; zima ostra i długa, lato krótkie i chłodne. Roślinność uboga. Jest to kraina tundrów. Typowemi zwierzętami są: z ssaków — ren, wół piżmowy, niedźwiedź biały, lis polarny, wieloryb, narwal, foka, mors; z ptaków — sowa polarna; gadów i płazów niema zupełnie. Nieliczne owady znajdują jeszcze warunki bytu.

5. **Antarktyda** czyli **strefa polarna południowa** przedstawia obszar pod względem faunistycznym bardziej odrębny niż arktyda. Klimat ostry, na poblizkich wyspach nieco łagodniejszy. Kraj, często nawiedzany burzami, w roślinność ubogi, z wyjątkiem wysp i wybrzeży, gdzie obok porostów i mchów rosną pewne gatunki traw i jaskrowatych. Ssaków lądowych brak, występują tylko morskie, n. p. słoń morski. Z ptaków — liczne gatunki mew; znamienne są dla tej strefy pingwiny.

Połać oceaniczna obejmuje wszystkie morza. Pod względem faunistycznym wykazuje bardzo wielką rozmaitość, zależną od rozmaitych czynników (jakość dna morskiego, wegetacya, nasłonecznienie, siła odpływu i przypływu morza, głębokość i t. d.). Granice obszarów poszczególnych są wynikiem warunków klimatycznych. Okolice równikowe są równomiernie ciepłe, polarne równomiernie zimne; między temi znowu — okolice, wykazujące większe wahania temperatury. Temperatura wody zatem warunkuje rozmieszczenie zwierząt, gdyż ustroje, przystosowane do pewnej temperatury (ciepłej lub zimnej) nie przekraczają obszaru przejściowego. Oczywista, że na kierunek granic mają również wybitny wpływ prądy morskie.

W połaci oceanicznej wyróżniamy trzy główne strefy: 1) arktyczną, 2) tropikalną czyli gorącą i 3) antarktyczną. Każda z nich dzieli się jeszcze na kilka obszarów, z których najważniejsze są: obszar przybrzeżny i głębinowy.

V.

ZMIENNOŚĆ POSTACI ORGANICZNYCH.

Dawniej, zwłaszcza pod wpływem pism Karola Linneusza (1707—1778), sądzono, że gatunki są niezmienne, że istnieją obecnie wszystkie te same postaci zwierząt i roślin, jakie powstały na początku świata. „*Species tot numeramus*“ — mówi Linneusz — „*quot diversae formae in principio sunt creatae.*“ Dzisiaj atoli, dzięki znakomitym pracom Jana Lamarcka (Philosophie zoologique, 1809), Karola Darwina (O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, 1859), Huxley'a, Weismanna, Naegeli'ego, de Vries'a i wielu innych zoologów i botaników, możemy przypuszczać z wielkim prawdopodobieństwem, że gatunki organiczne są zmienne, że w ciągu długich okresów czasu jedne formy ustrojowe powstawały, inne znów ginęły, słowem, że świat organiczny ulegał stopniowym przeobrażeniom, podobnie jak otaczające nas lądy i morza, których konfiguracya bezustannie choć powoli zmienia się i przekształca.

Następujące grupy faktów można przytoczyć na korzyść przypuszczenia o zmienności form organicznych.

A) Fakta paleontologiczne.

Gdyby wszystkie gatunki, które kiedykolwiek żyły na ziemi naszej, zachowały się jako skamieliny, wówczas mielibyśmy pełne szeregi zmian, jakim gatunki ulegały w ciągu rodowych swych dziejów. Niestety jednak miękkie ciała wielu dawniejszych roślin i zwierząt po większej części zginęły bezpowrotnie, łatwo uległszy rozkładowi, a zachowały się tylko części twarde, jak kości, muszle, pancerze; z miękkich zaś istot przetrwały dotąd tylko tu i ówdzie odciski zewnętrznej postaci. Nadto znamy dziś te tylko szczątki dawnych zwierząt i roślin, które znajdują się obecnie na lądach, pokrytych niegdyś wodą, niedostępne zaś dla badań naszych są olbrzymie przestrzenie, stanowiące dzisiaj dno morskie. Wreszcie najstarsze pokłady skał zostały mocno zmienione, wskutek czego zawarte w nich skamieliny w znacznej mierze uległy zagładzie. Pomimo to, ten skąpy stosunkowo materyał paleontologiczny dostarcza znakomitych dowodów zmienności i stopniowego rozwoju postaci organicznych. A mianowicie w najniższych, a więc w najstarszych pokładach geologicznych istnieją szczątki tylko niższych zwierząt. W epoce kambryjskiej brak jeszcze całkiem kręgowców, w sylurze zaś ze zwierząt kręgowych napotykamy tylko szczątki ryb najniższych, o szkieletach chrząstkowych. W epoce węglowej po raz pierwszy występują płazy kopalne, jeszcze później, w permskiej, pierwsze gady, które w jurze i kredzie doszły do

najwyższego rozwoju; w górnym tryasie pojawiają się dopiero pierwsze ssaki, w górnej jurze pierwsze ptaki (*Archaeopteryx*). Najwyższy stopień rozwoju osiągnęły ptaki i ssące w okresie trzeciorzędnym, a wreszcie dopiero w dyluwium pojawił się człowiek.

Porównywając z sobą skamieniałości niektórych blizko pokrewnych gatunków zwierzęcych ze starszych i corazto młodszych pokładów geologicznych, można często wykazać stopniowe przejścia w budowie tych gatunków. Najstarsze różnią się bardzo wybitnie od najmłodszych, lecz formy pośrednie tak stopniowo i nieznacznie przechodzą jedne w drugie, że różnice pomiędzy niemi zaledwie dają się wykazać. Dowodzi to, rzecz oczywista, że owe formy w ciągu rodowego swego rozwoju ulegały zapewne bardzo powolnym i stopniowym przekształceniom. Tak n. p. w trzeciorzędnych pokładach Slawonii napotykamy muszle ślimaka z rodzaju żyworodki (*Paludina*), a mianowicie w pokładach najstarszych gatunek *Paludina Neumayri*, a w najmłodszych *Paludina Hoernesi*. Jak widać z ryc. 225., pierwszy ze wspomnianych gatunków posiada muszlę gładką, drugi zaś mocno kanciastą, ale pomiędzy jednym a drugim występują formy przejściowe. Bardzo interesujący przykład takich kopalnych form przejściowych stanowią szczątki przodków dzisiejszego konia. Koń nasz posiada na każdej nodze jeden tylko palec (odpowiadający środkowemu czyli trzeciemu), opatrzony na końcu kopytem, a w tyle kości dłoniowej tego palca dwie drobne kosteczki, zwane r y s i k o w e m i, które odpowiadają szczątkom kości dłoniowych palca drugiego i czwartego. W Ameryce północnej odkryto bardzo liczne konie kopalne w corazto starszych pokładach trzeciorzędnych. Otóż pokazało się, że przypuszczalnie najstarszy przodek konia dzisiejszego posiadał pięć palców na każdej nodze, przyczem najsilniej wykształcony był środkowy (trzeci); u koni zaś z corazto młodszych epok trzeciorzędu istniały na każdej nodze cztery palce i jeden szczątkowy, dalej już tylko cztery (n. p. u *Orohippus*), trzy (n. p. u *Hipparion*), wreszcie już tylko jeden dobrze rozwinięty, a dwa inne stopniowo coraz bardziej uwstecznione, tak, że nakoniec pozostały z nich już tylko szczątkowe kostki rysikowe. Wszystkie te fakta przemawiają za tem, że koń dzisiejszy pochodzi od przodków pięciopalcowych, które stopniowym ulegały zmianom.

Wreszcie niektóre szczątki paleontologiczne wypełniają niejako luki pomiędzy całemi grupami zwierząt, stanowiąc formy przejściowe pomiędzy niemi. Z bardzo wielu względów anatomicznych oraz z właściwości rozwoju (embryologii), musimy n. p. wnosić o blizkiem stosunkow pokrewieństwie pomiędzy gromadą ptaków i gadów. Systematyka d siejsza dla wykazania tego pokrewieństwa łączy gady i ptaki w jedną lką grupę gadokształtnych (*Sauropsida*). I oto w łupku litograficzny pod Solenhofen w Bawaryi znaleziono szczątki zaginionej już dziś stoty, która stanowi przejściową jakby formę pomiędzy gadami i ptakami. Jest to t. zw. *Archaeopteryx litographica*, ptak wielkości gołębia, który posiadał pewne właściwości budowy znamienne dla gadów, n. p. palce na przednich odnóżach (skrzydłach) opatrzone pazurami, ogon długi jak u jaszczórek i złożony z licznych kręgów, dalej kręgi, mostek i kość krzyżową o budowie gadziej oraz silnie zaostrzone zęby (jak u gadów), a obok tego posiadał też właściwości charakterystyczne dla ptaków, n. p. skrzydła do lotu służące, tylne odnóża o budowie ptasiej, opatrzone t. zw. skokiem, obfite upierzenie na całem ciele (pióra dwurzędnie były

osadzone na długim ogonie), wreszcie dziób do ptasiego podobny i czaszkę o budowie ptasiej. Zwierzę to łączy zatem pod wieloma względami znamiona gadów i ptaków.



Ryc. 225. **Szereg kopalnych muszli rodzaju żyworodki** (*Paludina*); rozpoczyna go gatunek *Paludina Neumayri* z najgłębszych czyli najstarszych warstw. a kończy *P. Hoernesi* z najpłytszych czyli najpóźniejszych; stopniowe przejścia między tymi pokrewnymi gatunkami, które kolejno po sobie następowały, są aż nadto widoczne z tych rysunków.

B) Fakta morfologiczne.

Wszystkie fakta z dziedziny anatomii porównawczej przemawiają również na korzyść przypuszczenia o zmienności form organicznych. A mianowicie porównywając jakąbądź grupę narządów w szeregu zwierząt, przekonywamy się, że organizacya bardzo stopniowo wznosi się od postaci prostszych do coraz bardziej złożonych i corazto doskonalszych, a przytem zachowuje ten sam plan budowy. Tak n. p. w obrębie zwierząt kręgowych widzimy, że wszystkie części szkieletu ulegają stopniowej komplikacyi i osiągają corazto doskonalszy stopień u coraz wyższych gromad, przyczem te same zasadnicze części ulegają tylko pewnym zmianom w przystosowaniu do różnych warunków bytu danych zwierząt. Narządy lub części ciała, które dokładnie sobie odpowiadają u różnych zwierząt i stanowią niejako modyfikacyę tych samych zasadniczo części, noszą nazwę utworów h o m o l o g i c z n y c h. Tak n. p. płytwy piersiowe i brzuszne ryb, przednia i tylna para odnóży płazów i gadów, skrzydła i nogi ptaków, przednie i tylne kończyny ssaków — są to wszystko narządy homologiczne, albowiem wykazują jednakowe stosunki położenia i budowy. Przednia łapka żaby, skrzydło ptaka, przednia noga ssaka zawierają te same zasadnicze części szkieletu: łopatka, obojczyk, kość ramieniowa, kości przedramienia, kostki napięstka, dłoni i palców występują we wszystkich tych kończynach; wszędzie są te same części

zasadnicze, tylko zmienione w różny sposób tak, że do rozmaitych mogą służyć celów, u żaby n. p. do chodzenia, u ptaka do lotu.

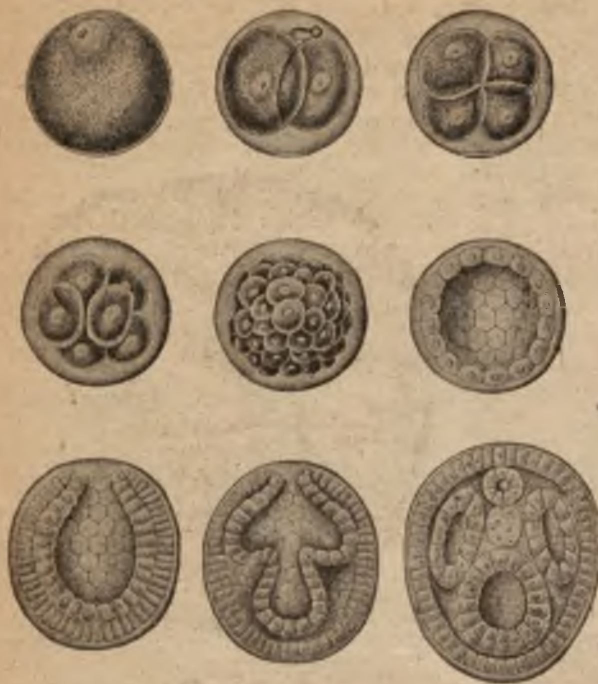
Rozpatrując budowę mózgu od ryb aż do ssaków, widzimy, że u wszystkich kręgowców składa się on z pięciu zasadniczych części, ściśle sobie odpowiadających czyli ściśle homologicznych: poszczególne oddziały mózgu ulegają różnym modyfikacyom u rozmaitych grup. Najbardziej przedni oddział mózgu czyli półkule mózgowe u ryb są stosunkowo bardzo małe, a powiększają się stopniowo u coraz wyższych gromad, rozrastając się w ten sposób, że zakrywają sobą oddziały poza niemi leżące: drugi, trzeci, a wreszcie czwarty i piąty, jak to widzimy u najwyższych ssaków, gdzie półkule mózgowe są już tak wielkie, że pokrywają z góry wszystkie pozostałe części mózgu. Prócz tego gładkie początkowo półkule otrzymują stopniowo coraz bardziej sfałdowaną powierzchnią, aż wreszcie u wyższych ssaków pojawiają się na niej liczne zawoje i oddzielające je brózdy. Podobnie też i inne oddziały mózgu osiągają stopniowo w szeregu zwierząt corazto większą komplikacyę budowy.

Bardzo interesujące są t. zw. narządy szczątkowe, których istnienia nie można w żaden inny sposób wyjaśnić, jak tylko przez przyjęcie stopniowego rozwoju świata organicznego. Narządami szczątkowymi nazywamy takie, które mają budowę bardzo uproszczoną, uwstecznioną w porównaniu z odpowiadającymi im narządami u niższych zwierząt, gdzie znacznie lepiej są rozwinięte. Tak n. p. wiemy już, że dzisiejszy koń pochodzi prawdopodobnie od przodków pięciopalcowych, czego dowodzi paleontologia. Mając trzeci palec dobrze rozwinięty, posiada koń szczątki palca drugiego i czwartego w postaci dłoniowych kości rysikowych. Zwierzęta pięciopalcowe posiadają mięśnie specyalne dla palca pierwszego i piątego, oraz dla rozginania lub zginania wszystkich palców razem; otóż i koń, chociaż posiada jeden już tylko palec (trzeci), ma szczątki mięśni palców już zanikłych. W kącie oka ssaków znajdujemy t. zw. błonę migawkową, będącą szczątkiem powieki trzeciej, która występuje u niższych kręgowców. Bezskrzydły ptak kiwi posiada szczątki skrzydeł, do niczego już nieprzydatne. Odmieniec (*Proteus*), płaz żyjący w ciemnych grotach Krainy, ma szczątkowe oczy, zupełnie skórą zarośnięte; przebywając bowiem w wiecznej ciemności, w ciągu olbrzymiej liczby pokoleń utracił narząd wzroku. Zasługuje też na uwagę szczątkowe jelito ślepe wraz z wyrostkiem robaczkowym, o którem wyżej była mowa. Utwory te nie tylko nie przynoszą żadnej korzyści ustrojowi, lecz przeciwnie, bywają niekiedy powodem ciężkich chorób.

Bardzo interesujących faktów dostarcza także embryologia czyli nauka o rozwoju zwierząt.

U wszystkich zwierząt wielokomórkowych zarodek rozwija się z jaja zapłodnionego. Wprawdzie tu i ówdzie znane są wypadki, że i niezapłodnione jaja mogą się rozwijać, n. p. z niezapłodnionych jaj królowej pszczół rozwijają się trutnie (samce); także mszyce lub pewne skorupiaki rozmnażają się w ciągu lata za pośrednictwem jaj niezapłodnionych, a dopiero pod jesień składają jaja zapłodnione. Lecz to są nieliczne wyjątki. Wogóle prawidłem jest zapłodnienie, które występuje u wszystkich zwierząt, od najniższych do najwyższych i wszędzie przebiega w sposób zasadniczo jednakowy. Już to jedno dowodzi wspólności pewnych ważnych cech biologicznych w całym świecie zwierzęcym.

Zapłodnione jaje dzieli się czyli podlega b r ó z d k o w a n i u, rozpadając się na dwie komórki, każda z nich znów dzieli się na dwie i t. d., dzięki czemu powstają bardzo liczne komórki, z których buduje się ciało zarodka (ryc. 226.). Otóż u wszystkich zwierząt wielokomórkowych rozwój embryonalny odbywa się według tych samych praw zasadniczych. Czy weźmiemy pod uwagę jaje zwierzęcia jamochłonnego lub robaka, czy też jaje kręgowca, wszędzie brózdkowanie prowadzi do utworzenia zarodka złożonego z komórek, które ograniczają jamę środkową — p r a j a m ę c i a ł a (*blastocoel*). Zarodek taki nosi nazwę b l a s t u l i; jest to jakby pęcherzyk, którego ścianka składa się z warstwy komórek. Poźniej z tego zarodka jednowarstwowego powstaje dwuwarstwowy — g a s t r u l a i to najczęściej w taki sposób, że jedna połowa ściany pęcherzyka wpukla się do wnętrza (podobnie jak w piłce przedziurawionej można jedną połowę wpuklić w drugą). Ściana wpuklona czyli wewnętrzna nosi nazwę wewnętrznego listka zarodkowego albo e n t o d e r m y, ściana zaś zewnętrzna stanowi listek zarodkowy zewnętrzny czyli e k t o d e r m ę. Każde zwierzę wielokomórkowe, meduza, robak, owad lub mięczak, albo zwierzę kręgowe od ryb aż do ssaków, w pewnym wieku swego rozwoju jest zarodkiem dwuwarstwowym czyli gastrulą.



Ryc. 226. **Schemat brózdkowania jaja i tworzenia się listków zarodkowych, u lancetnika.** W szeregu górnym z lewej strony jaje, pośrodku jaje podzielone na dwie komórki czyli t. zw. blastomery, z prawej strony — na cztery; w szeregu środkowym z lewej strony jaje podzielone na ośm komórek, pośrodku na bardzo wiele, z prawej — blastula w przecięciu optycznem; w szeregu dolnym z lewej strony w przecięciu optycznem — stadyum gastruli, pośrodku widać, jak z listka zarodkowego wewnętrznego czyli z entodermy pierwotnej wyrastają boczne uszkowate wypukliny, dla utworzenia listka środkowego czyli mezodermy; z prawej strony widać w przecięciu optycznem zarodek, w którym odróżnić można na linii środkowej u góry rurkę nerwową (zawiązek rdzenia pacierzowego), pod nią strunę grzbietową, pod struną znacznie większą cewę jelita, a z boków dwa worki, których ściana tworzy listek środkowy (mezodermę).

Później występuje pomiędzy listkiem zewnętrznym i wewnętrznym listek środkowy czyli m e z o d e r m a. I tu znów się okazuje, że ta środkowa warstwa ciała zarodka tworzy się w sposób zasadniczo jednakowy u wszystkich zwierząt wyższych. Dalej u wszystkich zwierząt wielokomórkowych z wymienionych, zasadniczych warstw ciała zarodka powstają te same grupy narządów. Z ektodermy tworzy się wszędzie naskórek, cały układ nerwowy i najważniejsze części narządów zmysłowych,

z entodermy powstaje wewnętrzne wysłanie (nabłonek) większości przewodu pokarmowego oraz wszystkich gruczołów z nim związanych, z mezodermy powstają mięśnie, nerki, narządy rozrodcze, a z licznych grup luźnych komórek, oddzielonych od mezodermy (z t. zw. mezenchymy), tworzą się kości, chrząstki i inne utwory łączno-tkankowe, a także system krwionośny. Ta ogólność procesów rozwojowych i jednaka ich prawidłowość u wszystkich zwierząt jest iście zastanowienia godną.

Jednym z bardzo interesujących faktów embryologicznych jest ten, że w rozwoju zarodka zwierząt wyższych często występują pewne właściwości budowy, odpowiadające dojrzałej już organizacyi zwierząt niższych. Na przykład większość skorupiaków niższych posiada odnóża, w których odróżniamy część podstawową i dwie gałęzie (zewnętrzną i wewnętrzną). Niektóre jednak skorupiaki, n. p. równonogi (*Isopoda*), do których należy żyjący w wilgotnych miejscach stonóg, przystosowały się do życia na lądzie i posiadają nogi pojedyncze, nie dwudzielne, jak inne pokrewne im skorupiaki, od których pochodzą. Jednakże w rozwoju zarodkowym stonoga występują odnóża dwudzielne, a później dopiero jedna z gałęzi zanika. Powtarza się więc tu stan właściwy innym, niższym rzędom skorupiaków. Jeszcze jeden przykład. U wszystkich kręgowców, począwszy od ryb, a kończąc na ssakach, w okolicy szyjnej występuje kilka par szczelin otwierających się do jamy gardzieli, a zwanych kieszeniami skrzelowemi. U ryb szczeliny te zachowują się przez całe życie, a najlepiej widoczne są u żarłaczy, zwłaszcza w tyle głowy; na ściankach tych kieszeni skrzelowych rozwijają się ukryte w nich skrzela czyli narządy oddechowe. Otóż nawet u zarodka ssaków istnieją te szczeliny skrzelowe w okolicy szyjnej, nie mające tutaj żadnego znaczenia fizyologicznego; stopniowo zarastają one i zanikają.



Ryc. 227. Zarodek ssaka, na którym widać w przyszłej szyjowej okolicy ciała, poza głową, szczeliny i odgraniczające je łuki skrzelowe.

C) Fakta z dziedziny geografii roślin i zwierząt.

Gdybyśmy przyjęli, że rośliny i zwierzęta zostały stworzone mniej więcej wszystkie jednocześnie, w jednej jakiejś okolicy ziemi i stamtąd powędrowały do różnych miejsc, wówczas nie podobna byłoby zrozumieć tysiącznych faktów z dziedziny geografii zoologicznej i botanicznej, które są natomiast zupełnie jasne w świetle teoryi rozwoju.

Pierwszym z tych faktów jest to, że różne okolice ziemi mają swoistą i im tylko właściwą faunę i florę. Na przykład w Ameryce południowej żyją pancerniki, jej też tylko wyłącznie właściwe są małpy Nowego Świata czyli szerokonose (wyjce, małpiatki); w Ameryce też żyją głównie kolibry. Na wyspie Madagaskarze żyją liczne gatunki małpozwierzy (*Lemuridae*), których niema gdzie indziej. Australię i przyległe wyspy za-

mieszkują torbacze i stekowce, zwierzęta, których niema gdzie indziej na ziemi. Niedorzecznością byłoby przypuszczać, że n. p. setki gatunków kolibrów, stworzone w jakiejś wspólnej kolebce życia na ziemi, obrały sobie tylko Amerykę za miejsce pobytu, albo że n. p. wszystkie gatunki małpozwierzy powędrowały razem na wyspę Madagaskar, albo wreszcie, że liczne gatunki torbaczów i stekowców wybrały sobie wyłącznie Australię na miejsce pobytu i tam się wszystkie zeszły. Przyjąć natomiast możemy z wielkim stopniem prawdopodobieństwa, że gatunki się zmieniały, że pewne formy starożytne zwierząt i roślin, które przez wędrówki dostały się niegdyś do różnych okolic ziemi, w tych ostatnich pod wpływem warunków odmiennych i odosobnienia wytworzyły faunę i florę swoistą. W świetle takiego przypuszczenia fakta powyższe staną się zrozumiałe.

Inny fakt bardzo interesujący polega na tem, że na wyspach oceanicznych fauna i flora jest najbardziej spokrewniona z fauną i florą najbliższego lądu stałego, z którego niewątpliwie pochodzi, przyczem każda niemal wyspa bardzo odległa od lądu, n. p. wyspy Galapagos, Św. Heleny i inne, posiadają pewne gatunki zwierząt i roślin jedynie tylko wyspom tym właściwe, gdzie indziej na ziemi nienapotykane. Oczywista zatem, że gatunki te musiały na tych wyspach się wytworzyć, a że ocean stawiał im szranki w wędrówkach, nie mogły się przenieść na stałe lądy i na nich się rozpowszechnić. Tyczy się to głównie zwierząt lądowych, n. p. płazów, gadów, ślimaków lądowych, które nie mogą poprzez ocean wędrować. Natomiast pewne ustroje są, jak mówimy, kosmopolityczne i zamieszkują nawet bardzo oddalone od siebie okolice ziemi, o ile tylko okolice te mają klimat i warunki życiu tych istot sprzyjające. Są to n. p. liczne formy zwierzęce, wielkości mikroskopowej, które wiatr przenosi w stanie otorbionym, rośliny, rozsiewające się za pośrednictwem wiatru, wiele ptaków o wytrwałym locie i t. p.

D) Fakta z dziedziny systematyki.

Bardzo liczne fakta z systematyki zoologicznej przemawiają również za ideą descendencyi. Wiadomo, że odmiany czyli rasy rozmaitych gatunków zwierząt i roślin powstają zarówno na łonie przyrody, jak i pod wpływem sztucznej hodowli. Ileż mamy najrozmaitszych odmian zwierząt domowych, ile ras bydła, koni, świń, psów, gołębi, ileż odmian różnych drzew owocowych, warzyw, roślin pastewnych i kwiatów ozdobnych! Już samo powstanie tak olbrzymiej liczby odmian dowodzi plastyczności form organicznych i uzdolnienia ich do zmienności. Podobnie też i na łonie przyrody powstają najrozmaitsze odmiany. Tak n. p. królik europejski, przywieziony przed kilkuset laty na wyspę Porto-Santo, rozmnożył się tam licznie, zdziczał i zmienił się, utworzywszy nową odmianę o wiele mniejszą od formy europejskiej. Bardzo liczne postaci roślin i zwierząt występują w różnych okolicach ziemi jako odmiany swoiste, powstałe tam pod wpływem odmiennych warunków. Ale oto okazuje się, że niema ścisłej granicy pomiędzy odmianą a gatunkiem; kiedy bowiem pewne odmiany jakiegoś gatunku różnią się pomiędzy sobą wybitnemi i stałemi znamionami, wówczas możemy już te odmiany uznać za różne gatunki. A jak trudno jest przeprowadzić pod tym względem ścisłą granicę dowodzi fakt, że niejednokrotnie uczeni nie mogą się z sobą zgodzić co do tego, czy pewne różne postaci roślin lub zwie-

rząt uznać za odmiany jednego gatunku, czy też za różne blizko pokrewne gatunki. Na każdym kroku spotykamy w zoologii i botanice taką niezgodność zdań. Przez długi czas sądzono, że najlepszym probierzem dla odróżnienia odmian od gatunku jest płodność metysów, a niepłodność hybrydów. Potomkowie zrodzeni z rodziców należących do różnych odmian jednego gatunku zwą się metysami; n. p. mieszaniec wyżła i pudla jest metysem. Potomkowie zaś zrodzeni z rodziców należących do różnych gatunków zwą się hybrydami; n. p. muł, mieszaniec konia i osła, jest hybrydem. W rzeczywistości liczne hybrydy są niepłodne, n. p. muł, który rozmnażać się nie może. Lecz okazało się z czasem, że istnieją pewne hybrydy odznaczające się płodnością, n. p. mieszańce pewnych blizko pokrewnych gatunków ryb, lub mieszańce pewnych gatunków motyli jedwabników.

E) Czynniki rozwoju rodowego.

Jeżeli zapytamy, jakie czynniki powodują zmienność form organicznych, to odpowiedź musi brzmieć: czynniki najrozmaitsze, w części już poznane, w części nie dające się określić. Formy organiczne zmieniają się nie tylko w naturze, lecz także pod wpływem hodowli. Wszak hodowcy i rolnicy wytworzyli setki rozmaitych ras zwierząt domowych i roślin uprawnych. Otóż w hodowli często stosuje się t. zw. dobór sztuczny, który polega na tem, że gdy wskutek prawa zmienności rodzą się osobniki nieco różne od rodziców, a odznaczające się jakąś cechą dla hodowcy pożyteczną, wówczas osobniki te łączy się z innymi, posiadającymi tę samą cechę w wysokim stopniu rozwiniętą; z potomstwa tak powstałego znów wybiera się osobniki, które tę samą cechę po rodzicach odziedziczyły; postępuje się tak przez szereg pokoleń, przyczem wciąż się dobiera do rozpłodu osobniki z daną właściwością, która przez dziedziczność potęguje się i utrwala. Dobierając n. p. do wysiewu przez wiele pokoleń nasiona buraków zawierających jak największy procent cukru, otrzymano odmianę buraka cukrowego, tak bardzo obfitującego w cukier; przez długotrwały dobór osobników owiec o najdelikatniejszej i najdłuższej sierści, otrzymano wreszcie rasę długowełnistych owiec. Na tej podstawie możemy przypuścić, że i na łonie przyrody powstają pewne formy drogą podobnego doboru, który nazwano doborem naturalnym. Jest to jednak tylko przypuszczenie czyli hypoteza. W przyrodzie rodzi się zawsze tak wiele osobników zwierząt i roślin, że nie wszystkie znaleźć mogą dosyć pożywienia; nadto niezawsze warunki zewnętrzne (n. p. klimatyczne) sprzyjają życiu wszystkich osobników, stąd powstaje w przyrodzie jakby walka o życie, o byt, a jednostki lepiej uposażone zachowują się, słabsze zaś giną. Do życia zostają więc jakby dobierane w przyrodzie tylko te osobniki, które najlepiej się przystosowują do warunków. Jeżeli n. p. osobniki pewnego gatunku zwierząt przypadkowo dostaną się z klimatu umiarkowanego do krainy bardzo chłodnej, to te z nich, które będą miały futro cieplejsze, większą wytrzymałość na zimno i większą zmyślność w zdobywaniu sobie pożywienia, utrzymają się przy życiu; inne, słabsze i gorzej wyposażone, wyginą. Wśród potomstwa osobników pozostałych znów największe widoki utrzymania się przy życiu będą miały najlepiej uposażone, a tak w ciągu wielu pokoleń przez wymieranie jednych, a zachowywanie się innych, lepiej uposażonych osobników, wytworzy się pewna nowa odmiana, różna

od pierwotnego szczepu, przystosowana do nowych warunków. Takiem doskonale przystosowanem do otoczenia zwierzęciem krajów podbiegunowych jest n. p. niedźwiedź biały: puszyste, gęste i ciepłe futro, biała barwa włosa, niełatwo dostrzegalna na tle śnieżnych obszarów, wytrzymałość na głód, przebiegłość, drapieżność i wielka siła, ułatwiająca zdobywanie pokarmu wśród ciężkich warunków życiowych — oto objawy owego przystosowania. Gdy naodwrót osobniki pewnych gatunków zwierząt dostaną się do okolic pustynnych, te z nich, które odznaczają się większą wytrzymałością na brak wody, lepiej znoszą piekące promienie słońca, zadowalają się suchą, marną strawą, — mają lepsze widoki życia niż inne, które są pod tym względem mniej wytrwałe i mniej odporne. W każdem zatem pokoleniu ginąć będą słabsze i mniej odporne osobniki, a zachowają się przy życiu i przeleją swe cechy dziedziczne na potomstwo osobniki silniejsze, przystosowujące się do warunków. Tą drogą z czasem mogą wytworzyć się przypuszczalnie formy jak najlepiej przystosowane do warunków życia w pustyni. Takiem doskonale przystosowanem do życia pustyniowego zwierzęciem jest wielbłąd; niezwykła wytrzymałość na głód i pragnienie, zadowalanie się suchą, kłującą strawą roślinną, zdolność odbywania dalekich wędrówek po rozpalonych piaskach pustyni, żółtawa barwa sierści, podobna do kolorytu piasków i czyniąca to zwierzę trudno dostrzegalnem na ich tle — oto doskonałe przystosowanie wielbłąda do życia w pustyni.

Znakomity przykład przystosowania stanowi t. zw. naśladownictwo (*mimicry*). Niektóre gąsienice naśladują suche gałązki (tabl. III.); niektóre motyle naśladują ubarwieniem i rysunkiem korę drzew, na której przesiadują; niektóre znów motyle naśladują liście, siedząc na gałązkach. Owad prostoskrzydły, zwany liśćcem, wygląda jak liść zielony. Niektóre owady muchowate bez żądeł naśladują wyglądem osowate owady opatrzone żądłem; chronią się w ten sposób przed nieprzyjaciółmi, którzy biorą je za złośliwe osy. — Wszystkie tego rodzaju naśladownictwa przynoszą wielką korzyść w walce o byt.

Prócz doboru naturalnego, który tłómaczy nam do pewnego stopnia pewne przystosowanie ustrojów, ale który w żadnym razie wyjaśnić nie może olbrzymiej różnorodności form organicznych, ważnym czynnikiem zmienności form ustrojowych jest bezpośrednie działanie warunków zewnętrznych, pod których wpływem organizmy ulegają najrozmaitszym modyfikacyom.

Tak n. p. konie przywiezione w r. 1764. na wyspę Falkland wytworzyły tam pod wpływem zmienionych warunków zewnętrznych nową rasę, odznaczającą się karłowatym wzrostem. Króliki przywiezione w XV. w. na wyspę Porto-Santo bardzo się tam rozmnożyły i wytworzyły nową rasę o małych wymiarach ciała. Psy przywiezione na wybrzeża Nowej Gwinei zmodyfikowały się tam pod wpływem nowych warunków otaczających i dały początek rasie o bardzo długich i sztywnych uszach oraz o jasno-płowej barwie tak, że stały się podobne do lisów. Są to wszystko wymowne przykłady, wykazujące, jak pod wpływem nowych warunków klimatycznych organizacya podlega modyfikacyom, prowadzącym do wytworzenia całkiem nowych postaci organicznych.

Jak dalece organizacya może się zmieniać pod bezpośrednim wpływem nowych warunków zewnętrznych, dowodzą także pewne doświadczenia dokonane w nowszych czasach przez różnych znakomitych badaczy nad wpływem temperatury na rozwój motyli. A mianowicie pewne

TABLICA III.



Naśladownictwo *(mimicry)* **u owadów.** W górnym szeregu z lewej strony gąsienica miernikowca *Eurymene dolabraria* (u dołu) i *Eugonia erosaria* (u góry), siedzące na gałązce drzewnej. Na prawo motyl wstężniak *(Catocala)* z rozpostartemi skrzydłami oraz siedzący na korze (obok). W tymże szeregu na prawo gąsienica tegoż motyla na gałązce. — W środkowym szeregu motyl *Kallima paralecta* w spoczynku na gałązce, a obok na prawo tenże motyl z rozpostartemi skrzydłami. — W dolnym szeregu osa *Mygnima aviculus*, a z prawej strony tegoż szeregu owad muchowaty *Colorhombus fasciatipennis*, naśladujący ową osę. Na środku tegoż szeregu owad prostoskrzydły zwany liściem *(Phyllium pulchrifolium)*, naśladujący liść. (Nieco zmniejszone.)

Billering 2 Lomenka [illegible]

Lorenc 2

Slaviček 4

Lutomský 3

Cesra 4

[illegible] 2

[illegible] 4

[illegible] 4

[illegible] 4

[illegible] 4

Hlawka 3

Tegler 3

gatunki naszych dziennych motyli, jak n. p. rusałka *Vanessa levana sive prorsa* (ryc. 228.), występuje w dwu różnych postaciach: letniej i zimowej, co stanowi t. zw. dwukształtność sezonową. Pokolenie motyli rozwijające się z poczwarek, które przezimowały, jest inaczej ubarwione, aniżeli pokolenie pochodzące z poczwarek żyjących w lecie. Stąd podwójna nazwa: *Vanessa levana, Vanessa prorsa,* gdyż dawniej sądzono, że to różne całkiem gatunki. Przekonano się jednak doświadczalnie, że gdy n. p. poczwarki zimowe podlegają przez pewien czas działaniu wyższej temperatury, to wylęgające się z nich motyle mają ubarwienie postaci letnich i odwrotnie, gąsienice i poczwarki letnie, trzymane przez pewien czas w niższej temperaturze, dają motyle o ubarwieniu zimowem, co dowodzi, że różnice temperatury wpływają na zmianę ubarwienia. Zapomocą takich doświadczeń udało się z pewnych odmian dziennych motyli środkowo-europejskich otrzymać odmiany właściwe Europie południowej lub też krainom dalekiej północy, zależnie od tego, czy poczwarki hodowano w wyższej czy niższej temperaturze.



Ryc. 228. Dwukształtność sezonowa samicy motyla *Vanessa levana;* z lewej strony postać zimowa, z prawej letnia. (Z natury.)

Czasami trudno bardzo określić przyczyny zmienności form organicznych. Zdarza się bowiem, że pewne gatunki bez widocznej przyczyny w dość krótkim czasie wytwarzają liczne formy nader różne od rodzicielskich. Rzecz prosta, że jakaś przyczyna musi tu istnieć, lecz dotąd nie została wykrytą. Tak n. p. słynny botanik de Vries zauważył, że w pewnej okolicy Holandyi roślina zwana wiesiołkiem Lamarcka (*Oenothera Lamarckiana*) nagle jakby zaczęła wytwarzać z nasion swych liczne postaci zupełnie różne od rodzicielskich tak, że możnaby je oznaczyć jako odmienne, nowe gatunki; niektóre zaś z nich już przez dłuższy szereg pokoleń zachowują stale swe cechy. Zjawisko to zostało nazwane mutacyą, t. j. nagłem, jakby skokowem wytwarzaniem się form nowych. Niewątpliwie jednak występuje ono stosunkowo rzadko, a najczęściej formy organiczne podlegają zmianom powolnym i stopniowym w ciągu bardzo długich okresów czasu.

INDEKS.

(Liczby oznaczają stronice).

